

논 의 轉 作 에 관 한 研 究

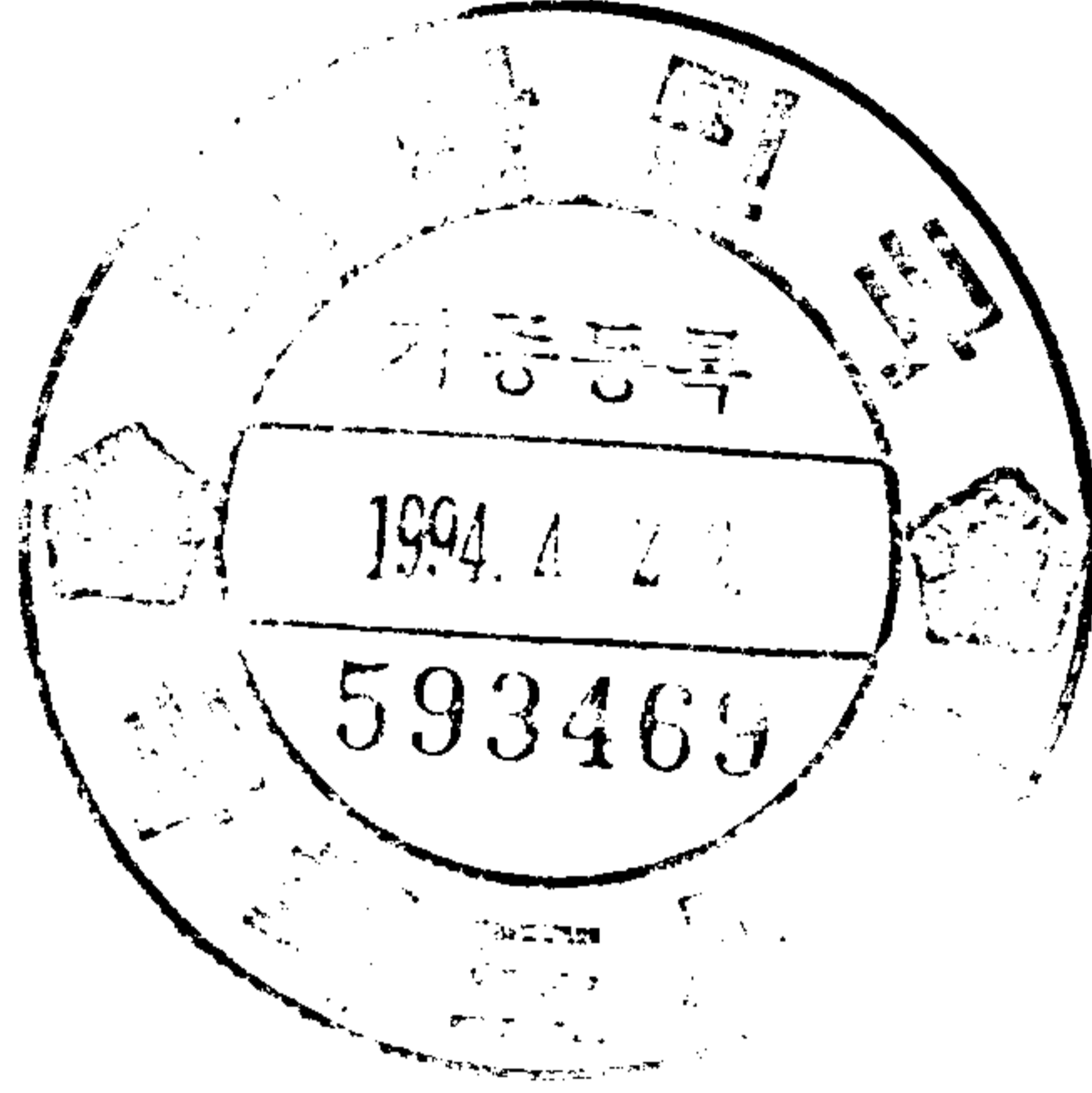
- 農 耕 地 生 産 性 提 高 에 關 한 研 究 -

Studies on the Improvement of Basal
Productivity of Cultivated Lands

1993. 11

연 구 기 관
서울대학교 농업생명과학대학 부속
농 업 개 발 연 구 소

농 립 수 산 부
농 어 촌 진 흥 공 사



제 출 문

농어촌진흥공사 사장 귀하

본 보고서를 "논의 轉作에 關한 研究"의 최종연구보고서로 제출합니다.

1993 년 11 월

연구기관명 : 서울대학교
농업개발연구소

책임연구원 :
서울대학교 농업생명과학대학
이 홍 석 교수

연구원 :
서울대학교 농업생명과학대학
이 은 응 명예교수
권 용 응 교수
이 호 진 교수
채 영 암 교수
이 병 일 교수
임 선 옥 교수
권 순 국 교수
이 질 현 교수
이 변 우 교수

농어촌진흥공사 농어촌구조연구소
윤 경 섭 생산기반연구팀장

목 차

종합결론 및 건의 -----	1
요약 -----	3
연구과제명 -----	10
제 1장 연구내용 -----	11
1.1 목적 -----	11
1.2 연구의 방향 및 범위 -----	11
제 2장 전년도까지의 연구실적 요약 -----	13
2.1 제 1차년도(1991.10 ~ 1991.12) 시험 결과 -----	13
2.2 제 2차년도(1992. 5 ~ 1992.11) 시험 결과 -----	13
제 3장 제 3차년도(1993. 5 ~ 1993. 11) 시험 연구 결과 -----	15
3.1 서언 -----	15
3.2 연구사 -----	16
3.3 지하수위조절 시험 결과 -----	45
3.3.1 외국문헌을 통한 지하수위별 적정작물의 선정 -----	45
3.3.2 지하수위에 따른 연차적인 토양 특성 변화 -----	48
3.3.3 지하수위에 따른 주요 작물의 생육, 수량 및 품질 반응 조사 -	54
1. 발작물 -----	54
2. 사료작물 -----	62
3. 채소 -----	69
3.3.4 지하수위에 따른 연차적 생태환경(잡초)변화 조사 -----	72
3.4 논의 발전환 포장에서 작물 재배 시험 -----	77
3.4.1 기상개황 -----	77
3.4.2 토성 및 배수정도에 따른 시험포장의 지하수위 및 토양수분의 연차 변이 -----	78
3.4.3 논의 발 전환 후 작물재배에 따른 토양 특성 변화 -----	92
3.4.4 논의 발 전환 포장의 배수 처리에 따른 작물의 생육, 수량 및 품질 -----	97
1. 사료작물의 생육과 수량 -----	97
2. 특용작물의 생육 및 수량 -----	106
3. 발작물의 생육 및 수량 -----	114
4. 채소의 생육 및 수량 -----	121

3.4.5 논의 발 전환 후 작물재배에 따른 생태환경(잡초) 변화 조사 -----	131
3.5 논의 발 전환 포장에서 재배기술에 관한 연구 -----	138
3.5.1 대형기계화 생력재배를 위한 기초 요인 시험 조사 -----	138
3.5.2 주요 작물의 장마철 습해에 관한 시험 -----	150
3.5.3 잡초 발생 생태 변화에 따른 제초제들의 효과 시험 -----	157
3.6 범용농경지의 답전운환 작부체계와 경영합리화 방안 -----	167
3.6.1 답전운환의 경제적 중요성 -----	167
3.6.2 분석 방법 및 체계 -----	168
3.6.3 경영 분석 결과 -----	170
3.6.4 분석결과의 요약 -----	176
3.7 논의 발 전환 가능 면적 추정을 위한 전제조건 조사 -----	178
제 4장 종합 고찰 -----	179

종합 결론 및 건의

논의 汎用化 체계로의 轉換과 범용화 농경지의 生産性提高 및 安定化를 위해 필요한 기초 자료를 얻고자 지난 2년간 수행된 연구 결과를 종합하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 그러나 여기서 내린 결론은 2년이라는 짧은 기간의 연구 결과로서 그 適用의 汎用性에는 한계가 있음을 밝혀 두고자 한다.

1. 본 연구에서 검토된 밀, 보리, 풋콩, 콩, 청예용옥수수, 청예용수수, 가을감자, 배추, 무, 토마토 양배추 등 11개 작물의 공통적인 適正地下水位는 50 - 100cm이며, 최적 地下水位는 70 - 100cm 범위였다. 따라서 범용화 농경지를 조성하는 경우 지하수위가 가장 높은 시기인 장마기의 지하수위를 기준으로 하여 적어도 50 - 70cm 이하가 되도록 배수 설계를 하여야 할 것으로 사료된다. 그러나 이 경우 봄과 가을철의 旱魃期에는 旱害가 우려되므로 灌排水를 동시에 할 수 있는 체계로 범용화 농경지를 조성하는 것이 바람직 할 것이다.
2. 農耕地의 지하수위는 降雨 상태에 따라 시기적인 변동이 심하나 작물재배 全期間을 통한 평균적인 지하수위는 포장의 立地條件에 크게 지배되어 地下水位의 변동은 국지성이 매우 큰 것으로 판단되었다. 논에서 밭작물을 재배하기 위해서는 乾期에도 지하수위가 높은 지역은 지하수위를 낮추는 암거 배수가 되어야 하나 우기에 지하수위가 50cm 이하인 지역은 명거배수만으로도 충분하므로 범용화 농경지 조성을 위해서는 전국적인 규모의 상세한 지하수위의 조사가 반드시 선행되어야 한다.
3. 논을 轉換한 식양토와 사양토의 밭에서 밭작물의 適應性을 검토한 결과 供試한 대부분의 작물이 사양토에서 수량이 높았다. 이와 같은 결과만을 고려하면 排水性이 좋은 사양토를 우선적으로 범용화 농경지로 조성하는 것이 전작물의 생산성과 시공비용면에서 유리할 것으로 판단된다. 그러나 본 연구는 단기간에 극히 제한적인 토성을 대상으로 한 것으로서 보다 다양한 토양과 立地條件에서의 검토가 필요할 것으로 사료된다.
4. 범용화 농경지를 조성하는 경우 大型機械化 재배를 전제로 하여야 하는데, 이 경우 기계작업의 가능기간, 작업의 難易性, 작업의 정밀성 등은 토성과 토양수분 조건에 의하여 좌우되므로 배수설계시 이를 충분히 고려하여야 한다. 그러나 본 연구에서는 시간적 제약으로 제반 기계작업 관련 요인 중 토양수분조건과 대형트랙터에 의한 碎土 程度에 국한하여 검토되었을 뿐으로 이 분야에 대한 연구가 광범위하게 이루어져야 할 것으로 사료된다.
5. 작물에 따라서 耐濕 및 耐浸水性에 큰 차이가 있어 본 연구 결과에 의하면

참깨, 고추는 1일 이상, 무, 배추는 2일 이상 浸水가 되면 收量을 기대하기가 어려우며 비교적 내습성이 강한 콩의 경우는 過濕期間이 5일 이상, 지제부 浸水기간이 2일 이상 되지 말아야 되는 것으로 판단되었다. 汎用化 농경지 選定時 배수설계에서 그 지역의 최대 강수와 작물의 耐濕, 耐浸水性도 충분히 고려하여야 할 것이다. 지금까지의 연구결과로 보면 장마철 강우가 많은 경우에도 浸水期間은 1일 이상 되지 않도록, 地下水位 30cm 이상의 過濕期間은 5일 이상 되지 않도록 배수 설계를 하는 것이 바람직한 것으로 생각한다. 그러나 지금까지의 전작물의 耐濕, 耐浸水性에 대한 연구는 매우 미흡하므로 보다 많은 작물들을 대상으로 보다 구체적인 연구가 되어야 하며 이를 범용화 경지 造成時 고려하여야 할 것이다.

6. 논을 밭으로 轉換하는 경우 雜草의 발생량 뿐만 아니라 乾地 잡초에서 濕地形 잡초에 이르기까지 잡초의 spectrum이 매우 다양해지는 것으로 파악되었으나 잡초군락의 遷移 양상에 대해서는 보다 장기적인 연구가 이루어져야 할 것으로 판단되었으며, 잡초의 spectrum이 多樣해짐으로써 既存의 논, 밭 제초제만을 가지고는 만족할 만한 잡초방제가 불가능한 것으로 판단되었다. 따라서 轉換 밭에서의 제초제 선발은 매우 시급히 이루어져야 할 과제이다.

7. 비교적 배수성이 양호한 사양토와 식질양토의 轉換田에서 기술적으로 재배가 가능한 다양한 作付 組합을 선정하여 기술 및 경제적 타당성을 검토한 결과 作型中에서 보리-콩 작형을 제외하고는 쌀 생산보다 농가 소득에 기여할 것으로 분석되었다. 그러나 본 연구는 한정된 토양조건에 局限된 것이며 또한 사회적 및 施策的 요인은 고려되지 못한 것으로서 汎用化 농지 조성의 시책 입안에 유용한 자료를 얻기 위해서는 사회적 여건 등을 고려한 農家適用研究가 광범위하게 수행되어야 할 것이다. 한편 畚田輪換이 가능하도록 농경지를 개발하는 경우 많은 투자가 예상될 뿐만 아니라 투자 收益性이 낮으므로 개별 농가의 입장에서는 畚田輪換의 추진이 어려우므로 정부차원의 投資가 요망된다.

8. 농산물의 開放化 시대를 맞이하여 농업의 構造調整과 그에 따른 주요 작물의 主産團地化가 시급한 과제로 제기되고 있을 뿐만 아니라 앞으로 예견되는 주요 작물의 다양한 需給狀況에 탄력적으로 적응하며 국제경쟁력을 강화하려면 농경지의 汎用化와 그의 생산성 향상 및 안정화가 매우 긴요한 과제가 될 것이다. 따라서 이에 관련된 諸問題를 해결하기 위하여는 보다 장기적이고 종합적인 연구가 광범하게 體系的으로 이루어져야 할 것이다.

要 約 文

(3개년 계획중 최종 년도)

1. 연구과제명 : 農耕地生産性 提高에 關한 研究
2. 연구기간 : 1990.10. 1 ~ 1993. 11. 30(총17개월)
3. 연구의 필요성 및 목적

앞으로 예상되는 UR協商이나 中國 農産物의 壓力 및 南北交易에 따른 農産物의 需給變化에 적극 대처해 나갈 수 있도록 農耕地의 汎用化체제로의 轉換 및 그에 따른 생산성의 제고와 그의 安定化는 매우 중요하다. 따라서 본 연구는 농경지의 汎用化에 따른 토지의 生産性 및 安定性을 제고하기 위한 기초를 확립하고자 수행하였다. 이를 위하여 土性과 地下水位에 따른 각종 작물의 生育 및 收量反應, 토양의 理化學的 特性和 雜草의 발생생태 변화와 제초제의 효과 및 약해를 조사 평가하고, 논의 밭 전환에 따른 地下水位의 연간 변화와 배수 처리 방법별 작물에 미치는 영향을 평가하며, 전환 밭에서의 기계화 생력 재배를 위한 기초 요인을 추구 평가하고, 범용 농경지에서 畚田轉換을 실시하고 여러 가지 輪作組合을 비교하여 그의 경영분석 기초 자료를 토대로 하여 합리적인 作付體系를 모색하는데 있다.

4. 연구내용 및 결론

今年度の 研究結果는 다음과 같다.

1)地下水位調節試驗에서 地下水位에 따른 작물의 生育, 수량 반응을 검토한 결과 土性에 따라 다소 차이는 있으나 대체로 밀, 보리는 70cm 지하수위에서, 수수,옥수수는 50-70cm 地下水位에서, 가을 감자는 地下水位 50cm에서 가장 수량이 높았다.

2)地下水位 조절조의 잡초의 發生 樣相은 지하수위가 높을수록 雜草發生量이 많고, 사양토에서는 지하수위가 높은 곳에서 발생 잡초의 種類數가 많은 반면 식양토에서는 지하수위가 낮은 곳에서 잡초의 種類數가 많았다.

3)논의 밭 轉換 후 2年次의 土壤 特性은 전환 1년차에 비하여 식양토는 pH가 다소 저하되었으나 사양토는 큰 변화가 없었고, 有機物 含量과 有效 인산 및 EC는 토성에 관계없이 減少하는 경향이였다.

4)地下水位는 강우의 다소에 따라 변동되었으나 작물 생육 全期間을 통해서 볼 때는 포장의 立地 조건이 큰 영향을 미치는 것으로 나타나 지하수위 변동은 局地的인 경향이 強함을 알 수 있었고 토양 수분은 降水條件과 지하수위의 조건에 따라 좌우되었으며 作土層은 강우조건, 深土層은 지하수위의 조건과 각각 相關關係가 깊었다. 따라서 汎用化 농경지의 조성을 위해서는 全國的인 지하수위의 관측이 이루어져야 하며 한편 평야지 畝作 지대의 논 轉換 밭에서의 적정토양수분 유지를 위한 배수는 지하수위를 낮추는 암거배수와 주위 논으로부터의 수분공급을 차단하는 차단 배수가 동시에 필요한 구역배수 개념이 도입되어야 한다.

5)논 轉換 밭에서 사양토와 식양토의 명거배수와 地表排水 조건에서 작물별 생육, 수량을 검토한 결과는 다음과 같다. 冬期靑刈飼料作物의 수량은 사양토가 식양토에서 보다 높았으나 배수방법에 의한 생육의 차이는 근소하였다. 청예용옥수수, 사양토 및 명거배수에서 높은 수량을 보였고, 울무는 사양토에서의 수량이 식양토보다 월등히 많았으며, 들깨는 土性間의 수량 차이가 거의 없었다. 밀과 보리는 사양토와 명거배수구에서 수량이 많은 것으로 나타났고, 감자는 사양토에서 收量과 品質面에서 우수하게 나타났다. 토마토는 식양토가 果實數가 많았으나 果實重量은 사양토가 많았다. 고추는 식양토에서 초기에는 着果數가 약간 많았으나 中期 이후에는 사양토의 着果 收量이 급격히 증가하여 최종 수량은 사양토에서 높았다.

6)트랙터에 의한 로터리 碎土 작업은 容積水分 함량이 사양토는 31%, 미사질식양토는 29% 이하이며, 토양경도로는 각각 $2\text{kg}/\text{cm}^2$, $8\text{kg}/\text{cm}^2$, 이상 되어야 작물의 파종후 出芽, 立毛에 지장이 없는 쇠토(2cm 이하 흙덩어리 비율 60% 이상)가 가능하였다. 汎用化 농경지 조성시 이와 같은 기계작업 가능 조건을 고려하여 기계작업가능기간을 확대할 수 있도록 排水設計를 하여야 할 것이다.

7)콩, 고추, 참깨, 배추, 무의 습해에 관한 실험 결과 이중 콩이 耐濕性이 가장 강하였으며, 고추와 참깨는 내습성이 가장 약하여 1일 이상, 무, 배추는 2일 이상 浸水時에는 실질적인 수량을 기대하기 어려울 것으로 판단되었으며, 콩은 타작물에 비하여 내습성은 크지만 수량에 큰 영향이 없으려면 過濕期間이 5일 이상 되지 않도록 하여야 하며 표토까지의 浸水는 2일 이상 경과되어서는 안될 것으로 판단되었다.

8)논을 밭으로 전환한 포장은 乾地型과 濕地型 잡초가 모두 발생하며 기존의 밭보다 잡초의 spectrum이 다양해지고 잡초의 절대 발생 량도 증가하여 방제에 어려움이 있을 것으로 파악되었으며 밭전환 첫해인 92년보다 2年次인 93년에는 濕地型 잡초가 감소하여 乾地型 잡초로의 잡초 遷移가 일어나는 것을

확인할 수 있었다. 그러나 밭 전환에 따른 雜草 群落의 遷移를 예측하기는 어려웠으며 전환 밭에서의 효과적인 잡초 방제를 위하여 이에 대한 연구가 長期的으로 수행되어야만 할 것으로 사료되었다.

9)는 轉換 밭에서는 濕地型 잡초와 乾地型 잡초가 모두 발생한 점을 고려하여 현재 밭에서 사용하는 發芽前처리제초제와 莖葉처리제초제, 논제초제의 殺草 효과와 藥害 실험을 한 바 밭제초제는 濕地型 잡초인 자귀풀과 미국가막살이, 독새풀 등에는 방제 효과가 매우 낮았으며 논제초제 역시 자귀풀과 미국가막살이 등에 제초 효과가 떨어지고 무, 배추, 참깨 등에 약해가 심하게 발생하였다. 이와 같은 결과를 종합하여 볼 때 밭전환시 濕生雜草의 방제가 문제되며 이들에 대한 제초제 선발이 논을 汎用化 大規模 省力化 재배를 하기 위해서는 우선적으로 이루어져야 한다.

10)답전윤환경지에서 기술적으로 재배가 가능한 作型중에서 (보리-콩) 작형을 제외하고는 쌀생산보다도 농가소득 증대에 기여할 것으로 분석되었다. 즉 답전윤환은 作物結合의 보완 및 보충효과가 클 것으로 예상되며 쌀 생산을 포기하고 여타 작물을 재배하는 경우에도 소득 증대의 潛在力이 클 것으로 보인다. 답전윤환을 위한 투자한도와 효과를 시산한 결과 답전윤환이 가능하도록 농경지를 개발하는 데는 많은 투자가 예상될 뿐만 아니라 그 투자의 收益性이 낮아 개별 농가의 입장에서는 답전윤환의 추진이 어려우므로 정부 차원의 투자가 요청된다.

5. 실용화 방안

여기에서 얻은 결과들은 논을 汎用化 농지 설정을 위한 灌排水施設 설계 기준의 마련, 작물의 適正地下水位의 관리, 토양의 배수성 및 地下水位에 따른 합리적인 작물의 選定 및 재배관리, 汎用化 농지에서의 합리적인 作付體系의 수립에 중요한 기초자료로 이용될 수 있을 것이다.

Summary

1. Title

Studies on the Improvement of Basal Productivity in Cultivated Lands

2. Periods of Study : April 30 ~ November 30, 1993

3. Necessity and objectives

Korea agriculture should take urgent measures to counter the liberalization of trade of agricultural products after UR, and to meet the new demand in agricultural products which is supposed to be brought about by the trade between South and North Korea in near future. The ways to reform Korean agricultural system are to transmute the paddy field into the farmland so as to be utilized for upland crops as well as rice, and to improve the agricultural productivity and stability. In this research we investigated the changes in physicochemical properties of soil, weed population dynamics, crop growth and yield performance under different soil texture and ground water levels, evaluated seasonal changes of ground water level, physicochemical changes of soil, crop yield and yield performance and weed population change in upland use of paddy field, and analyzed the economic feasibility of crop production systems in paddy field converted to upland.

4. Results

1) Optimum ground water levels for growth and yield were 70cm in barley and wheat, 50 to 70cm in sorghum and corn for herbage, and 50cm in potato cropped during autumn.

2) Higher water table favored for the total amount of weed growth regardless of soil texture in the container for water table control. The number of weed species increased with higher water table, in the container filled with sandy loam, and vice versa with clay loam.

3) In the second year after the conversion of paddy field to upland soil pH decreased slightly in clay loam plot but showed little change in sandy loam plot as compared to that of the first year, and organic matter content, available phosphate content and electric conductivity(EC) of soil showed slight decrease regardless of soil texture.

4) The level of ground water table showed large variation in close relation to precipitation. However, the mean level during the cropping season showed large difference according to the surrounding condition, revealing strong locality. Volumetric water content in surface soil showed close correlation with rainfall condition, but in deep soil with the condition of ground water table.

5) The growth and yield of crops were compared between sandy and clay loam soil under the condition of surface and open-ditched drainage. Yields of forage crops during winter season were higher in sandy loam soil than in clay loam, showing little difference between drainage methods. Yields of herbage maize, barley, and wheat were higher in sandy loam soil and under open ditched drainage. Adlay, potato, tomato and red pepper showed higher yield in sandy loam. but perilla showed little difference in yield between soil textures.

6) Soil crushing (above 60% of soil clod smaller than 2cm in diameter) desirable for emergence and seedling establishment could be implemented by rotavation with 50HP tractor at volumetric water content below 31% in sandy loam soil and below 29% in clay loam soil, and at soil penetrating strength above 2kg/cm^2 in sandy loam soil and above 8kg/cm^2 in clay loam soil.

7) Among soybean, red pepper, sesame, chinese cabbage and radish, soybean showed the greatest tolerance to excess moisture stress and red pepper and sesame the lowest tolerance. It was estimated that practical yield could not be expected by the surface flooding above one day in red pepper and sesame, and above 2 days in radish and chinese cabbage. Though

soybean showed higher tolerance than the other crops, the period of excess moisture and surface flooding should not be longer than five and two days, respectively, so as not to reduce the soybean yield substantially.

8) As weeds adapted to dry and wet habitats occurred simultaneously in upland converted from paddy field, the spectrum of weeds become more wider and the absolute amount of weeds was greater than in the existing upland field. In this year dominance of weed population adapted to dry habitat increased as compared to that in the previous year, the first year after conversion of paddy land to upland.

9) Considering that weeds adapted to dry and wet habitat occurs simultaneously in the upland field converted from paddy field, the efficacy of herbicides for upland and paddy field was tested at the same time. The efficiency of herbicides for upland was very low for *Alopecurus aequalis*, *Bidens tripartita* and *Aeschynomene indica*. Herbicides for paddy field was not effective for the control of *Bidens tripartita* and *Aeschynomene indica* as well, and also showed severe phytotoxicity to radish, chinese cabbage and sesame.

10) Most of crop combinations except barley-soybean in upland converted from paddy field were analyzed to contribute to the farmhousehold income as compared to rice production. Paddy-upland rotation was estimated to have a great complementary and compensatory effects on the crop combinations, and to have potential for increasing farmhousehold income even in case of production of other crops than rice. Not only great investment is needed for the development of paddy field for paddy-upland rotation but also its internal rate of return is low. Thus, the farmers are not able to develop it by their own investment and the government should take charge of the development.

5. Suggestion for implementation

The results obtained from this research would be utilized for the preparation of standards in constructing the irrigation and drainage system in the multi-purpose farmland, for the optimization of ground water level

management in growing crops, for choosing crops adaptable to soils with different drainage properties and ground water table, and for the establishment of rational cropping systems in the multipurpose farmlands.

연구과제명 : 논의 轉作에 관한 研究

연구기간 : 1993. 4. 30. - 93. 11. 30(총연구기간:'92-'94년)

연구기관 : 서울대학교 농업생명과학대학부속 농업개발연구소

연구담당자

연구책임자 이 홍 석(서울대학교 농업생명과학대학 농학과 교수)
연구원 이 은 응(서울대학교 농업생명과학대학 명예교수)
권 용 응(서울대학교 농업생명과학대학 농학과 교수)
이 호 진(서울대학교 농업생명과학대학 농학과 교수)
채 영 암(서울대학교 농업생명과학대학 농학과 교수)
이 병 일(서울대학교 농업생명과학대학 원예학과 교수)
임 선 옥(서울대학교 농업생명과학대학 농화학과 교수)
권 순 국(서울대학교 농업생명과학대학 농공학과 교수)
이 질 현(서울대학교 농업생명과학대학 농업경제학과 교수)
이 변 우(서울대학교 농업생명과학대학 농학과 교수)
공동연구자 윤 경 섭(농어촌진흥공사 농어촌구조연구소 생산기반연구팀장)

연구담당 업무 편성

總括 이홍석(연구책임자):연구총괄 및 일반 田作物 재배

作物 栽培分野

이은응 : 畚田輪換, 作付體系
이병일 : 菜蔬作物 栽培試驗
이호진 : 飼料作物 栽培試驗
채영암 : 特用作物 栽培試驗
이변우 : 機械化 栽培 關聯 要因 實驗

機能分野

임선옥 : 土壤變化
권용응 : 作物水分生理, 雜草發生生態變化 및 防除法
권순국 : 地下水位 및 土壤水分 變化
이질현 : 畚田輪換 作付體系 變化에 따른 諸般 經營分析

제 1장 연구내용

1.1 목적

앞으로 예상되는 UR協商이나 中國 農産物의 壓力 및 南北交易에 따른 農産物의 需給變化에 적극 대처해 나갈 수 있도록 農耕地의 汎用化체제로의 轉換 및 그에 따른 생산성의 제고와 그의 安定化는 매우 중요하다. 따라서 본 연구는 농경지의 汎用化에 따른 토지의 생산성 및 안정성을 제고하기 위한 기초를 확립하고자 수행하였다. 이를 위하여 土性과 地下水位에 따른 각종작물의 生育 및 收量反應, 토양의 理化學的 特性和 雜草의 발생생태 변화, 제초제의 효과 및 약해를 조사 평가하고, 논미발전에 따른 地下水位의 연간 변화와 배수 처리 방법별 작물에 미치는 영향을 평가하고, 전환 밭에서의 기계화 생력재배를 위한 기초 요인을 추구 평가하며, 범용 농경지에서 畚田轉換을 실시하고 여러 가지 輪作組合을 비교하며 경영분석을 실시하여 합리적인 작부체계를 모색하는데 있다.

1.2 연구의 방향 및 범위

가. 1차년도(1991년)

- 1) 국내외 문헌 수집 조사 종합 검토
- 2) 地下水位 조절을 위한 구조물의 시공
- 3) 논미 田轉換栽培 시험포장 선정 및 토양 조사
- 4) 田轉換栽培 시험포장에 맥류 파종
- 5) 2년차 시험연구를 위한 작물의 선정 및 종자의 확보 준비

나. 2차년도(1992년)

- 1) 국내외 관련 文獻 수집 분석
- 2) 地下水位에 따른 주요 작물의 生育, 收量 및 品質 반응에 관한 시험연구를 위한 1單位 構造物 施工
- 3) 논미 田轉換에 관한 시험 연구를 위한 시험포장 2개소 선정, 土壤 特性 조사 분석
- 4) 地下水位에 따른 주요 작물의 生育 수량 반응에 관한 시험 연구를 위

한 2單位 構造物 施工

- 5) 1, 2 단위 시험 構造物에 시험 토양 충전
- 6) 지하 수위에 따른 주요 작물의 생육 및 收量 反應 시험
- 7) 논 轉換 후 주요 밭작물의 生育 및 收量反應과 年次的인 生態環境의 변화 조사
- 8) 배수 특성이 다른 논 轉換 밭에서의 年中 지하수위 변화 및 作土層의 수분 변화 측정 연구
- 9) 논 轉換 밭의 土壤水分 조건에 따른 주요 작물 및 채소 생육과 수량 및 품질 조사.
- 10) 배수 특성이 다른 논 轉換 밭에서 地表 排水 처리를 하여 장마철의 배수 및 濕害 防止 조사.
- 11) 지하수위에 따른 주요 작물 34종의 初期 生育 반응

다. 3차년도(1993년)

- 1) 논 轉換 재배에서 地下水位 및 土壤 變化와 작물 생육 조사
 - 外國의 시험 결과를 수집 분석하여 지하수위별 適正 作物 選定
 - 지하수위에 따른 주요 작물(채소, 밭작물, 사료작물)의 生育, 收量 및 品質 반응 조사.
 - 토성 및 배수 정도에 따른 시험 포장의 지하수위 및 土壤水分의 年次 變異 측정 조사.
 - 논 轉換 후 작물 재배에 따른 연차적인 生態 環境 變化 調查.
 - 논 轉換 포장의 排水 처리에 따른 작물(채소, 밭작물, 공예작물, 사료작물)의 生育 收量 및 品質 조사
- 2) 논 轉換 포장에서 栽培 技術에 관한 연구
 - 대형 기계화 省力 栽培를 위한 基礎 要因 시험 조사
 - 주요 작물의 장마철 濕害에 관한 시험
 - 잡초 발생 生態 變化에 따른 밭 除草劑 들의 효과 시험
 - 논 轉換 포장에서 논 除草劑에 의한 전작물의 藥害에 관한 시험
- 3) 범용 농경지의 畚田 輪換 작부 체계와 經營合理化 방안
 - 작부 조직에 따른 재배 體系의 비교
 - 답전 윤환체계의 經營分析
 - 답전 윤환체계의 대표적 모형 제시
- 4) 논 轉換 가능 면적 추정을 위한 前題 條件 조사

제 2장 前年度까지의 研究實積 要約

2.1 제 1차년도(1991.10 ~ 1991.12) 시험결과

- 1) 70편에 이르는 관련국내외 문헌을 수집하여 綜合整理 하였음.
- 2) 畚田輪換栽培 시험을 위하여 2地區(서울농생대 포장, 작물시험장 포장)에 시험포를 선정하고 토양특성을 조사한 결과 서울대農生大 포장은 砂質壤土이었고 작물시험장 포장은 砂質植壤土이었으며 2지구 圃場이 모두 酸性化의 경향이고 유기물 함량이 낮으며 CEC가 현저히 낮고 磷酸이 많이 축적되어 있었음.
- 3) 논외 田轉換에 따르는 작물의 생육 반응과 耕地生態的 특성 변화를 파악하고자 논에 보리와 호밀을 파종하였음

2.2 제 2차년도(1992. 5 ~ 1992.11) 연구결과

- 1) 地下水位 조절 실험을 위한 構造物 設置 및 토양 충전(1차년도 10구에는 사양토, 2차년도 10구에는 식양토)
- 2) 氣像概況은 동계기간의 平均氣溫이 예년보다 다소 높은 경향이었고 5월과 8월은 낮은 기온이었으며 9월 10월은 높은 경향이였다. 降水量은 冬季에는 예년보다 적었고 4,5월은 많았으며 6,7,8월은 매우 적었고 9,10월은 자주 비가 내렸다.
- 3) 토마토는 35cm, 배추는 50cm, 무는 70cm 이하로 地下水位를 유지하는 것이 收量 및 品質 면에서 유리하였고 콩은 50cm 이하가 되어야 收量 減少가 없는 것으로 나타났다.
- 4) 전체적으로 地下水位에 관계없이 바랭이, 속속이풀, 비름류가 優占하였으며 地下水位가 높아질수록 雜草發生量이 증가하는 경향이고 濕地生態型 雜草(논냉이, 여뀌류, 방동산이류, 여뀌바늘, 바람하늘지기, 논뚝외풀, 뚝새풀, 울챙이 고랭이, 사마귀풀)의 발생이 많았다
- 5) 高溫作物의 直播栽培시 생육초기에 過濕에 약한 작물은 참깨, 호박, 참외, 메밀, 옥수수, 진주조 등이었고, 過濕에 강한 작물은 들깨, 울무였으며 低溫作物의 直播栽培시 生育初期에 過濕에 강한 작물은 맥류, 배추, 상치 등이며 過濕에 약한 것은 무, 강낭콩이었다. 移植栽培시에 활착 및 초기 생육에 수분을 많이 요구하는 작물은 고추, 피, 단옥수수였고, 적게 요구하는 것은 토마토, 수수,

진주조, 결명자 등이었다.

6) 농경지 畝轉換田에서의 地下水位는 降雨 조건에 따라 상승 또는 하강되었고 圃場條件에 따라 장기간 높은 地下水位가 유지되었으며 土壤水分은 降雨條件과 포장 주위의 湛水된 논인 수분 공급에 좌우되었고 전 측정기간중 일정한 수분 상태의 경향을 나타내어 畝轉換田의 수분 특성이 잘 나타났다.

7) 논인 밭 轉換 후 1년차의 보리, 옥수수, 콩의 收量은 예년 全國 平均으로 추정된 일반 밭의 收量보다 많았고 보리에서는 사양토와 식양토 간에 收量의 큰 차이가 나타나지 않았으며 옥수수와 콩은 사양토에서 높게 나타났고 콩에서는 排水 方法에 따른 일정한 경향이 보이지 않았다. 울무와 들개는 사양토에서 生育과 收量이 상당히 높았다.

8) 논인 밭 轉換 후 1년차에 冬期靑刈生産用 호밀을 재배하였을 때 2차에 걸친 刈取가 가능하였고 기존 답리작 재배실험의 결과와 비교하여 감소하지 않았으며 사양토 포장의 경우는 다소 높은 靑刈收量(7.5ton/10a)을 보였다. 夏期 靑刈作物로서 수수-수단그라스잡종, 진주조, 사료용 피를 재배하였을 때에는 피를 제외한 두 작물은 3회 刈取가 가능하였고 기존 재배와 비교할 때는 전체적으로 적은 수량을 보였으며 토양조건 별로는 사양토에서 더 많은 수량을 기록하였다.

9) 논인 밭 轉換 후 1년차에 식양토에 비해 사양토의 雜草 發生量이 많았고 放任區에 비해 작물재배지에서는 초기 제초 후 장마로 인해 濕地生態型雜草의 발생이 많았으며 특히 방임구에서는 피의 발생이 토성에 관계없이 優占化 하였다.

10) 畝田輪換의 경제적 타당성을 분석한 바 기술적으로 재배가능한 作型中에서 보리-콩 작형을 제외하고는 쌀생산보다도 농가 소득 증대에 기여할 것으로 분석되었다. 즉 畝田輪換은 작물 결합의 보완 및 보합 효과가 클 것으로 예상되며 쌀 생산을 포기하고 餘他 作物을 재배하는 경우에도 소득 증대의 잠재력이 큰 것으로 나타났다.

제 3장 제 3차년도 (1993. 5 ~ 1993. 11) 試驗 研究結果

3.1 緒言

우리 나라의 農業 現況을 살펴보면 農耕地面積은 계속 감소하여 1992년 현재에는 2,069,933ha에 이르렀고 한 때 158%까지 이르렀던 耕地利用率도 계속 떨어져 現在 108.1%에 불과한 실정이며 더욱이 최근에는 遊休農耕地도 계속 증대되어 1992년에는 68,900ha에 이르고 있다. 한편 농경지중 논면적이 63.5%인데 비하여 밭면적은 36.5%에 불과한 실정으로 食糧作物中 밭작물의 재배 생산은 급격히 감소되어 왔으며 이와 같은 추세는 앞으로도 계속 진전될 것으로 예상된다. 따라서 食糧自給率은 34.3%에 불과하고 쌀의 自給率은 102%에 이르러 있으나 밭작물 전체의 自給率은 7.1%에 불과함에도 계속 떨어지는 추세에 있다. 그런데 쌀의 生産은 自給을 다소 초과하는 실정이나 1993년에는 심한 冷害로 貯蓄米를 이용해야 하는 상황에 이르렀다. 따라서 앞으로 2000년대를 생각할 때 우리의 食糧供給 문제를 우려하지 않을 수 없다. 더욱이 主要 菜蔬 등은 해에 따라서 生産量 부족에 따른 市場價格의 양등과 過剩生産에 의한 市場價格의 폭락 등 生産量에 따르는 價格變動이 매우 심하게 나타나고 있다.

이와 같은 實情에서 UR협상 타결이 임박하여 왔고 그에 따라 農産物에 대한 국제적인 市場開放을 피하기 어려운 실정에 있을 뿐 아니라 巨大한 農業國인 中國 農産物の 市場壓迫이 점차 거세지고 있으며 또한 北韓과의 農産物 交易도 增加一路에 있을 뿐 아니라 南北統一을 고려한 農産物の 需給變化도 고려해야 할 시점에 있다. 또한 우리 나라의 主要農産物은 대부분이 國際競爭力이 매우 빈약한 실정에 있어 이의 向上이 또한 시급한 상황에 있다. 따라서 우리의 농업을 유지 발전시켜 나가려면 무엇보다도 主要作物의 國際競爭力을 강화함은 물론 국가적 차원에서 주요 작물에 대한 需要供給의 균형적인 일정 수준을 設定하고 그에 따라 農業構造 調整을 통하여 適地別 主要作物의 主産團地를 조성하고 生産에서 加工流通에 이르는 모든 部分에 걸쳐 經營規模의 擴大 또는 共同經營 등을 통하여 경쟁력을 強化하는 한편 시대적 추세에 따라 主要農産物の 需要供給 양상에 彈力的으로 적용할 수 있도록 農耕地의 部分的인 汎用化가 불가피할 것으로 예상된다. 이와 같은 관점에서 本研究은 農耕地의 汎用化體系로

전환함에 있어 필요한 기초 정보를 얻고 栽培技術의 체계화를 도모하고자 실시된 연구로서 그 내용은 첫째 土性別 地下水位의 변화에 따른 主要作物의 生育 및 收量反應을 검토하여 作物별 適正地下水位를 제시하는 동시에 토양의 理化學的 특성 및 雜草의 발생 생태적 특성 변화를 추구하고, 둘째 토성을 달리하는 轉換 밭에서 作付體系에 따른 토양의 이화학적 특성과 雜草의 발생 양상 등 生態的 특성 변화와 主要作物의 生育, 수량 및 품질에 미치는 영향을 연구하며, 셋째 轉換 밭에서 土性 및 排水처리에 따른 地下水位 및 土壤水分의 변화를 조사하고 主要作物의 生育 및 수량에 미치는 영향을 평가하는 동시에 除草劑의 이용 및 藥害 등을 追究하고 넷째 轉換 밭에서의 機械化 省力栽培를 위한 기초 요인을 검토 추구하고 다섯째 주요 작물에 대하여 여름철에 직면하게 되는 濕害에 대하여 研究評價하고 여섯째 轉換 밭에 경쟁력 있는 주요 작물을 도입 재배하여 收益性을 평가하는 동시에 여러 가지 輪作組合을 비교 평가하여 生産學的 측면에서 耕地環境變化를 조사 평가하는 동시에 輪作體系別 경영분석을 통하여 합리적이고 유리한 作付體系를 모색하고자 하는 것이다.

3.2 研究史

I. 외국 및 국내에서의 試驗研究成果

논을 이용하는 방식은 다양하다. 즉 作物의 재배 회수로 보아 1年1作, 1年2作, 2年3作, 또는 單作, 2毛作, 多毛作 그리고 連作, 休閑, 輪作 등 각종 作物의 조합에 따른 作付體系가 있게 된다.

한편 윤작에 있어서도 作物의 종류와 輪換 年 기간 등에 따라 그 방식을 달리 한다.

畚田輪換 방식에 있어서⁸⁾

①미국에서는

- 벼->콩->밀(3년輪作...캘리포니아)
- 벼->귀리->콩(3년輪作...아칸사스)

②이탈리아에서는

- 밀->목초->목초->이식벼->직파벼(5년 벼 2作)
- 밀->목초->이식벼->직파벼(4년 벼 2作)

③이집트(Egypt)에서는

- 벼->클로버->옥수수->밀(3년 벼 1作)

- 벼->클로버->목화->밀->옥수수(3년 벼 1작)

④인도에서는

- 옥수수->사탕수수->황마->완두->벼->오이류->벼(5년輪作... 벵갈지방)

⑤중국에서는

- 벼->밀->담배->휴한(浙江省)
- 벼->잠두->목화->밀(江蘇省)

⑥대만에서는

- 벼->벼->사탕수수
- 녹비->벼->사탕수수

⑦日本 北海道에서는

- 목초->목초->벼 3년 계속

그러나 日本에서는 第二次世界大戰 이후 한때 식량 부족 특히 쌀 부족의 어려움을 극복하여 쌀의 자급자족을 달성하고 쌀의 剩餘와 쌀 시장의 自由開放의 국제적 압력에 대응하는 방책의 하나로 벼의 생산 조정(쌀需給균형화대책)을 위하여 벼의 경작면적을 조정하는 가운데 논 농업 확립 대책의 일환으로 畚田輪換에 관한 많은 연구를 수행하는 동시에 1977年 이후 논 利用再編對策이 본격적으로 추진되어 많은 성과를 누적했으며 轉換田 실적도 크게 증대시켜 왔다.

이에 그간에 이루어진 日本에서의 畚田輪換에 대한 연구성과를 문헌을 중심으로 살펴보는 동시에 국내에서의 연구실적을 살펴 表題의 試驗研究 참고자료로 하고자 한다.

1) 日本에서의 畚田輪換에 관한 主要試驗研究文獻

日本에 있어서의 畚田輪換은 1950년대 초기에 약 23,000ha(논 총면적의 약 0.7%)에 실시되었으며 작물의 재배는 菜蔬型(府縣型)과 飼料作物型(北海道)의 2種類였으며¹⁵⁾ 1980년에는 전국 조사 사례 3,544개소의 총면적 28,292ha 중 集團輪作方式을 포함 畚田輪換面積은 36%이었고 나머지 64%가 固定型이다.¹⁵⁾ 1983년에는 전국 작물별 밭면적 비율은 麥類 19.9%, 大豆 15.5%, 飼料作物 28.1%, 菜蔬 19.1%, 其他 17.4%였는데 10a당 소요노동시간은 논콩 34.8시간, 飼料作物(옥수수) 35.3시간의 실태를 보였다¹²⁾.

한편 日本에 있어서는 <轉換田을 主體로 하는 高度田作技術의 확립에 관한 總合的開發研究>가 農林水産省의 13개 장소의 120개가 넘는 연구실 및 8개 위탁기관 즉 國立과 都道府縣의 시험연구기관이 각각의 전문 영역을 분담한 공동사업으로 1979년부터 10년간에 걸쳐 실시되어 왔으며 作物, 土壤肥料, 病害蟲, 農

業土木, 農業機械, 畜産, 草地飼料作, 經營, 流通利用 등의 부문이 상호 밀접한 협동연구체제를 조직하여 논과 轉換田을 결합한 새로운 생산체계를 만들어내어 지역 농업 속에서의 정착을 꾀하고 있다¹⁵⁾.

한편 논이용재편대책을 시작한 이래 轉作面積은 급속히 증가하여 최근에는 67만ha까지 확대되었으며 다시 1988년도에 시작된 논 농업 확립 대책에 있어서는 그 면적이 77만ha에 달하고 그것이 단순히 일시적 轉作이 아니고 벼농사 외에 他作物으로의 영속적 작부전환과 그 정착화를 위한 시험연구가 중요한 과제가 되고 있다¹⁵⁾.

轉換田을 주체로하는 <高度田作技術의 확립에 관한 總合的開發研究>의 研究成果集報 No.1(1983)¹⁰⁾에서 1. 轉換田에 있어서의 물과 토양 환경 부문에서 (1) 물관리(2편), (2)토양관리(6편) 2. 轉換田에 있어서의 作物의 선택과 재배 부문에서 (1)大豆(15편), (2)麥.特用作物(4편), (3)飼料作物(6편) 3.轉換田作定着을 위한 경영 조건(2편)의 시험연구논문을 게재하였다.

또한 同研究成果集報 No. 2(1990)¹⁴⁾에서 1. 轉換田에 있어서의 생산환경관리 부문에서 (1)排水(2편), (2)雜草防除(3편), (3)病害防除(2편) 2. 大豆의 高生産기술부문에서 (1)생태와 시비법(3편), (2)鳥害防除(1편), (3)病害防除(1편), (4)蟲害防除(5편), (5)機械化技術(2편) 3. 麥.特用作物の 高生産技術부문에서 (1)小麥의 다수확재배(2편), (2)小麥의 肥培管理(2편), (3)麥類의 병해방제(2편), (4)小麥의 품질개선(3편), (5)특용작물생산(3편) 4. 飼料作物의 高生産性技術부문에서 (1)飼料作多收技術(2편), (2)收穫調節技術(2편), (3)飼料의 評價(2편) 5.토지이용高度化기술부문에서 (1)작부체계와 토양관리(3편), (2)作期調整(2편), (3)컴퓨터이용에 의한 農作業의 체계화(2편), (4)토지이용의 집단화(2편)의 시험연구 우수 논문이 게재되고 있다¹⁵⁾.

또한 農林水産技術會議事務局 및 農業研究센터는 1979년도부터 1987년도까지 실시된 <轉換田作> 연구의 주요 성과를 종합정리하여 <畚農業의 基礎技術-轉換田研究의 主要成果情報>(1988)¹⁴⁾를 편집발간 하였으며 그 내용은 다음과 같다.

제1장 用排水관리, 1절 畚의 田地化기준, 2절 토양排水性の 개선, 3절 圃場排水와 지하관개, 4절 廣域排水, 5절 營農排水의 기계화.

제2장 畚大豆의 생산기술, 1절 畚大豆의 適品種, 2절 多收大豆의 土壤基盤, 3절 多收大豆의 생리생태, 4절 多收大豆의 질소 사용, 5절 大豆의 蟲해방제, 6절 大豆의 병해방제, 7절 大豆병충해방제의 기계화, 8절 多收大豆의 잡초관리, 9절 기계화수확, 10절 地域別多收栽培.

제3장 麥의 생산기술, 1절 麥類의 장해대책, 2절 麥類의 병해대책, 3절 小麥의

良質化對策, 4절 麥類의 경종기술의 개선, 5절 麥의 新栽培법, 6절 지역별다수확 재배.

제4장 메밀.울무 등의 생산기술, 1절 메밀, 2절 울무, 3절 小豆.

제5장 飼料作物의 생산기술, 1절 토양조건과 施肥改善, 2절 飼料作物의 재배 (옥수수.수수.기장.이탈리안라이그라스 등), 3절 병충해방제기술, 4절 地域別周年 다수확재배기술, 5절 파종.수확작업의 기계화, 6절 조제.저장기술, 7절 조사료의 평가.급여.

제6장 토지이용고도화기술, 1절 輪換田에 있어서의 작물조합과 생산력, 2절 輪換田作物의 생산력과 輪換畝水稻의 생산성(지역별), 3절 畝田輪換을 위한 토 양적정평가기술, 4절 作付代替의 합리화, 5절 잡초와 연작장해대책, 6절 지역별 轉換田생산체제.

제7장 가공.유통기술, 1절 大豆加工, 2절 麥品質評價, 3절 菜蔬利用.

제8장 轉作營農의 조직화와 관리, 1절 영농의 집단화.조직화, 2절 영농계획의 방법, 3절 轉作物의 수익성 등에 관하여 시험연구를 통한 결과를 가지고 실용성 에 중점을 두어 상술되었다.

또한 同農林水産技術會議事務局 및 農業研究센터는 <轉換田을 주체로하는 高度田作기술의 확립에 관한 종합적개발연구> “第II期 成績을 整理(1987)”¹⁴⁾(1982-1985의 연구성과)하여 출간하였는데 그 내용은,

I.연구年次.예산구분, II.연구추진체제, III.연구목적, IV.연구계획, V.연구성과의 要約이며 연구성과의 요약은 다음과 같다.

[基盤技術編]에

제1장 현장에 있어서의 토지이용방식과 조직화 방식의 실태, 1절 토지이용방 식과 權利조정방식의 실태, 2절 작목별 생산집단의 조직화실태(關東地域-麥作, 東北.中國地域-大豆作, 北海道.九州地域-飼料作中心)

제2장 배수기술, 1절 포장배수조직의 체계화와 유지관리법(地域別轉換田의 排水組織의 體系화와 肥培管理法), 2절 지역내지표배수특성, 3절 지역적배수기술, 4절 基幹排水系統의 適正化(平時 및 洪水時 등)

제3장 토양관리기술, 1절 토양의 통기성 및 수분 조건의 관리기술(土壤의 通氣성과 作物生育 등).

제 4장 배수의 기계화작업기술, 1절 영농 배수용 기계의 개발.이용.

제5장 鳥害방제기술, 1절 加害鳥類의 생태와 방제기술(비둘기 기타).

제6장 잡초방제기술, 1절 주요 強害雜草의 증식 요인과 작물에 대한 잡초해, 2절 주요 強害雜草의 방제기술, 3절 밭 잡초의 방제기술.

제7장 공통기반기술의 지역별 성과(北海道, 東北, 北陸, 關東東海, 近畿中國, 四國, 九州).

[作物編]

제1장 大豆 1절 다습 조건하에 있어서의 안정재배법, 2절 理想生育型の 解析 (品種, 氣象 및 土壤環境別 등), 3절 주요병해충방제기술, 4절 기계화작업기술, 5절 轉換田大豆의 품질적 성상과 가공적성 비교, 6절 大豆作의 지역별 성과(北海道外 6개 地域).

제2장 麥, 1절 습해, 한해 및 설해 대책기술, 2절 다수확재배기술, 3절 주요 병해충방제기술, 4절 麥作의 지역별 성과(北海道外 6개 地域).

제3장 사료작물, 1절 고수량 고영양 재배기술(地域別周年多收栽培 등), 2절 주요 병해충방제기술, 3절 기계화작업기술, 4절 조제저장기술 및 유통이용기술, 5절 사료용곡류의 재배.수확조제 및 이용기술(麥類, 수수, 기장, 피 등), 6절 사료작물의 지역별 성과(北海道外 6개 地域).

제4장 메밀. 蕎麥. 울무, 1절 메밀의 안정다수기술, 2절 蕎麥의 안정다수기술, 3절 울무의 품종.계통의 특성, 4절 메밀, 蕎麥 및 울무의 지역별 성과(北海道外 6개 地域).

[土地利用高度化技術編]

제1장 답전윤환재배, 1절 답전윤환에 의한 토양생산력향상요인, 2절 답전윤환 재배에 의한 작물생산력향상요인, 3절 輪換田의 작부체계에 의한 생산력향상기술, 4절 輪換年數와 작물생산력의 유지향상, 5절 답전윤환재배의 지역별 성과(北海道의 6개 地域).

제2장 체계화기술, 1절 기술체계화, 2절 지역별생산안정.향상기술의 체계화, 3절 체계화기술의 지역별 성과(北海道外 6개 地域).

제3장 집단적 토지이용 방식, 1절 토지분급, 2절 農用地 집단화방식의 요건, 3절 영농모델과 토지이용방식.

[加工流通技術]

제1장 작물별가공유통기술, 1절 大豆의 가공유통기술의 총괄, 2절 麥의 가공유통기술의 총괄, 3절 채소의 가공유통기술의 총괄, 4절 울무 및 기타의 가공유통기술의 총괄, 5절 가공유통기술의 지역별 성과(北海道外 6개 地域).

이상 외에 연구발표가 1984년 18건, 1985년 21건, 1986년 28건 이루어 졌다.

또한 農林水産省은 畜農業確立後期對策을 위한 技術指針-畜農業의 활성화를

향하여-(1990)¹⁹⁾를 출간하였으며 그 내용은 다음과 같다.

제1부 활력이 있는 畝農業의 확립을 향하여

제1장 畝農業의 현상과 장래 전망, 1.畝農業의 현상, 2.농산물의 수요와 생산의 장기 전망.

제2장 畝農業확립후기대책의 추진, 1.畝農業확립전기대책의 실시상황, 2.畝農業확립후기대책의 개요와 그 추진, 3.畝農業활성화운동의 전개.

제2부 畝農業확립을 위한 기술지침

제1장 지역윤작농법의 적극적전개, 1.지역윤작농법의 추진상황, 2.지역윤작농법추진에 있어서의 유의사항.

제2장 토지이용형 농작물의 생산성 향상의 추진, 1.토지이용형 농작물생산성 향상 지침, 2.토지이용형 농작물생산성향상 지침의 작성에 대하여, 3.토지이용형 농작물생산성향상 지침의 현실에 대하여, 4.생산기반의 정비와 영농, 5.최근의 신기술.

제3장 다양한 畝농업과 畝이용의 전개, 1.활력있는 벼농사의 추진, 2.다양한 轉作대응의 추진, 3.지역별작부체계와 도입에 있어서의 유의사항.

제3부 畝農業 확립에 둔 선진적영농사례, 1.개요, 2.사례를 기술하였다.

한편 農林水産省, 農蠶園藝局企劃課는 畝農業確立對策關係通達集(1990)²⁰⁾을 출간하였는데 이에 따르면 1.논 농업 확립 대책의 내용관계, 2.畝農業확립 조성 보조금 등의 교부 수속 관계, 3.조건정비관계, 4.他用途利用米關係, 5.需要開發米關係, 6.신규開畝등 관계, 7.보급활동.시험연구관계, 8.畝農業확립특별대책관계, 9.其他에 대한 논 농업 확립 대책에 關係通達을 總網羅한 通達集이다.

2) 日本에서의 畝田輪換試驗研究成果의 要約概要

日本에 있어서 畝田轉換田을 주체로 한 高度田作技術의 확립에 관한 총합적 개발연구와 부분적인 集團轉作이 실시되었으며 이에 대한 연구도 실시되었다. 그러나 이에 대한 본격적인 연구는 1979년 경부터 이며 前記한 바와 같이 日本 농업시험연구기관을 총망라하여 실시되어 왔으며 막대한 양의 연구결과를 발표하였다.

이에 그 에 대한 연구성과를 간략하게 요약하면 다음과 같다.

A.<基盤技術부문>(轉換田에 있어서의 생산환경관리)

1. 排水技術(물관리)

轉換田에 있어서는 강우 직후에도 보통 관수가 허용되지 않으며 따라서 排水는 輪換밭의 기반 정비에 가장 중요한 과제로서 논을 밭으로 전환하는데 필수

적인 排水 문제를 도출하여 排水技術상의 주요한 문제를 다음 4개 부제를 설정하고 관계연구실에서 분담 연구하였다.

(1)포장排水조직의 체계화와 肥培管理法

전국 6개 지역내 각각의 기존 포장排水조직에 대하여 轉換田에도 알맞은 排水조직의 체계화와 肥培管理法를 연구하여 다음과 같은 성과를 얻었다.

즉 ①北海道地方...(石狩川유역의 대규모 畚作지대에서는 호우에 의한 밭의 관수.담수피해를 방지하기 위해서는 内水배제능력의 향상을 요한다. ②東北地方...融雪水배제를 위하여 承水명거를 효과적으로 접속하는 방법을 만들었다. ③北陸地方...평탄지는 블록排水가 좋고 특히 低平地에서는 블록을 세분된 수위조절을 한다. ④關東.東海地方...용수량 패턴(pattern)의 변화에 대응하는 말단에서의 정밀한 用排水管理를 요하고, 포장의 지표배수를 중시하였다. 排水路를 용수로로 利用해서 반복이용율을 향상한다. 또 谷間 畚의 새로운 이용방법을 제창하였다. ⑤近畿.中國地方...중산간 경사지의 수로에는 방재적설계.관리를 요하며 용수의 저온 등에 주의한다. ⑥九州地方...夏期에 호우와 한밭이 많고 토양의 종류도 다양하기 때문에 이에 대응하는 것이 필요하다. 명거와 블록 排水의 조합, 畦間排水, 畦立培土 등이 유효하다. 암거배수관리의 수질적 문제, 펌프(pump)배수능력 등도 연구하였다.

(2)지역내 지표배수의 水性

轉換田의 영농.作物.배수방법.포장조건 등과 지표의 배수특성 등의 연구를 실시하여 다음과 같은 성과를 얻었다.

즉 ①니탄지대...轉換田의 표면 유출은 늦고, 유출의 방법은 암거의 설치와 관계가 있다. ②영농방법...麥.목초에서의 지표배수의 배제 기준을 작성하였다. ③강우유출모델(model)...토성은 암거로부터의 유출에 관계한다. ④소블록(block)배수구의 유출의 유형화...단위포장이나 農區블록내의 轉換田率과 유출과의 관계를 구하였다. ⑤완전 배수와 확률降雨분포...4시간 우량, 4시간 배수의 기준에 대체하여 최대지표잔류량에 의한 지표배수계획법을 입안하였다. 同水量的의 이론치와 실측치가 잘 일치했다.

(3)지역적 배수기술

답전混淆지대...상시 배수로 수위제어, 개개의 포장, 저위답 지대 등에 대하여 지역으로써의 배수기술을 검토하였다.

①답전混淆지대...大雨시에 貯留 기능을 이용하여 논물의 유출을 일시 늦추어 轉換田의 배수를 선행하기 위해서는 논 缺區 폭을 현재의 60cm/ha보다 축소하는 것이 좋다. ②상시 배수로 水位 제어...수위의 목표치는 토양의 pF치로 정한

다. 포장지하수위는 상시 배수로 수위를 제어할 수 있다. ③小排水路의 상시排水水位...포장에 접한 小排水路의 상시수위를 설정하는데는 土壤의 排水의 형(龜裂型, 침투형)에 대응하여 지하수위의 제어목표치를 정하다. ④底濕踏중점토양지대의 小排水路수위...토양의 침투성 불량을 고려하여 대우시와 상시의 지하수위, 低位水位목표치 등을 구하였다.

(4) 基幹排水路 계통의 적정화

포장지하수위의 조절에는 광의적인 영향을 가진 기간배수로를 조절하는 것이 필요하며 그렇기 때문에 광의적인 수리의 simulation을 했다.

①상시排水시의 기간排水조절...地目別 상시 유출량을 구하였으며, 排水 불량은 排水시설의 용량부족, 經年的 劣化와 물관리의 부적절 등에 기인됨을 밝혔다. ②홍수시의 총합배수...輪中이나 간척지는 펌프의 단위排水능력이나 排水路의 통수 능력을 증대시킬 필요가 있다. ③홍수시의 排水 수리모델...風上差分法을 써서 비정상해석을 개량하였다. 이 방법을 상류의 沼地와 하류의 機場을 포함한 지역에 적용하여 얻은 추정치는 실측치와 잘 일치하였다.

2. 土壤管理技術

토양의 통기성 및 수분조건의 관리기술에 관하여 통기성의 간이유속측정법이 개발되었고, 또 大豆에 대하여 토양의 종류와 지하수위의 관계가 수량에 미치는 영향 및 지하수위의 변화에 따르는 감수의 원인 해명이 이루어 졌다. 麥類에 대해서는 多濕土壤에 있어서의 濕害경감을 위한 肥培管理, 옥수수에 대해서는 排水가 양호한 Kuroboku토(andosol, black volcanic ash soil)에서의 양분 관리 등, 수분환경이 다른 토양지대에서의 주요 作物의 肥培管理法이 검토되었는데 그 개략은 다음과 같다.

①종래 通氣性의 지표로서 토양의 기상율이 쓰여 왔지만 측정이 번잡하다. 본 연구에서는 토양 중에 있어서의 산소확산속도(O.D.R로 약칭)을 ODR메타로 측정하는 방법이 通氣性의 延速측정법으로 유용하다는 것이 밝혀졌으며, 大豆, 小麥, 옥수수, 蕎麥, 팥에 대하여 생산초기의 단계에 있어서의 알맞은 ODR치도 밝혀졌다.

②콩에 대하여 지하수위가 높고 通氣性이 떨어진 경우 근류의 착생 및 활성의 저하에 의하여 질소의 흡수가 떨어지게 되어 착협수, 종실 수량의 감소를 초래한다는 것을 밝혔다. 豇豆리에 대해서 생육시기별 濕害의 영향이 검토되는 동시에 濕害의 경우는 降雨에 의한 토양에서의 무기태 질소의 유실이 발생한다는 것을 밝혔으며 절간신장기 이전의 濕害에 대해서는 排水對策외에 질소의 진단

에 따라 적절한 시비가 收量の 安定에 필요함을 지적했다.

③질소의 양분보유력이 낮고 투수에 의하여 N, P, Mg, Ca 등의 양분유실의 염려가 있는 Kurobok토轉換田에서는 토양중에 있어서의 음이온 양이 이들 양분의 행동에 영향을 끼치므로 肥料의 형태에 주의해야 할 점을 지적했다. 즉 옥수수의 경우 鹽加磷安계 化成肥料에 비하여 규산 가리.磷酸 시용구가 질소의 흡수가 좋아서 증수되고 또 Mg 함량이 높아져서 飼料로서의 무기영양균형에도 도움이 된다는 것을 밝혔다.

3.잡초방제법

(1)主要 强害草의 増殖要因과 雜草害

①强害雜草의 종내 변이와 생태적 특성...논과 밭에 발생하는 돌피는 4 종류이며 그것에 몇개의 다른 생태형(계통)의 존재를 알게 되었다. 농사시험장(鴻巢)에서 전국 각지의 돌피를 동일 재배조건하에서 비교한 결과 출수기나 草長에 있어서는 種間 및 産地에 따라 큰 차이가 인정되었다.

②増殖 요인과 雜草害...돌피(Nobie)의 出芽는 種類간에 토양수분에 대한 적응성에 차이가 있다.

(2)主要 强害雜草의 防除

①경종적방법...主要 强害雜草의 번식기관의 사멸기간을 논 담수 조건과 轉換田의 밭 수분 조건에서 비교조사했다. 돌피, Azekaya는 새로운 종자가 떨어지지 않으면 轉換田條件에서 2 - 3년에 사멸하고, 초종의 교체가 의외로 빠른 것을 알게 되었다. 그 밖에 草種에 대해서도 조사되었다. 또한 轉換田의 排水對策은 잡초방제상 매우 중요한데 특히 濕潤土壤에서는 高畦로 함으로서 배수성이 양호해져서 雜草의 발생이 감소되며 雜草害의 경감에 도움이 된다는 것을 밝혔다. 시비법의 차이도 雜草發生數와의 사이에는 전면시비 > 작조시비 > 無肥料의 관계를 보았다.

②화학적방제...除草劑의 작용 기구의 해명 및 작용력을 평가하는 방법으로서 산소전극에 의한 엽편광합성측정법을 확립하고 이 방법으로 광합성 및 호흡계 저해형除草劑의 특성을 간편하게 판정할 수 있게 되었다. 또 제2엽신이 굴곡하는 특성을 이용하여 호르몬작용형제초제나 단백질합성저해형제초제의 작용성검정법을 이용하게 되었다.

또한 제초제의 토양 중의 이동성에 대하여 조사한 결과 이동성은 토양의 乾濕이나 降雨강도가 다른 것에 의해 제초제의 종류간에서 현저한 차이가 있다는

것을 알게 되었다. 그리고 이 원인은 제초제 고유의 水溶解度가 다른 것에 기인하는 것이 크다는 것도 알게 되었다. 한편 실용적 방제기술로서는 각종 잡초에 대한 기존 제초제의 효과와 사용법에 대해서도 상세히 연구되었다.

(3) 밭잡초의 防除技術

① 밭 잡초의 增殖條件의 해명...논이 田地化됨에 따라서 가장 강해초가 된 Meshiba를 공시하여 增殖 양상과 콩에 미치는 영향을 조사하였는데 포장에 있어서의 콩과 Meshiba의 경합기구의 해석에 기초한 실측치와 기왕의 정보를 정리하고 시스템(system)분석법을 써서 콩과 Meshiba의 성장과정을 simulate할 수 있는 모델을 개발하고 실용화에의 전망을 밝게 하였다.

또한 寒冷地轉換田에 있어서 作付, 栽培條件과 잡초의 종자생산량과의 관계를 검토한 결과 여름 잡초의 발생이나 종자 生産이 作物의 作付時期나 種類에 따라 현저히 다르다는 것을 밝혔다.

한편 轉換田에 있어서의 잡초의 變異나 環境適應性を 생리학적측면에서 해석하고 논.밭 집단간의 잡초의 발아성이나 휴면성의 변동에는 유전적 변이와 환경적 변이가 연계되어 있다는 것을 시사했다.

② 輪作體系와 잡초의 增殖방지...잡초의 종자生産과 作付體系와의 관계에 대해서는 여름에는 耕起되는 作物을 포함하는 作付體系에서는 다음해 봄에 잡초의 발생이 적으며, 作付體系나 作物의 종류에 따라 발생 잡초의 종류나 발생 량이 현저히 다른 것을 인정하게 되었다. 그리고 이와 같은 성과의 활용은 除草劑에 너무 의존한 除草體系를 개선하는데 귀중한 자료가 되었다.

③ 粒狀土壤처리제와 생육기경엽처리제의 利用...防除의 생력화, 약제비산에 의한 약해 회피 등을 피하려는 견지에서 粒狀除草劑의 효과 및 살포법 등에 대하여 검토하였다. 그 결과 살포기 등 다소 손질함으로서 입제도 안정한 사용이 가능하게 되었고 조건에 따라서 선택적으로 이용할 수 있게 되었으며 이로 인하여 방제의 생력화에 기대를 갖게 되었다.

한편 화분과잡초를 대상으로 하여 경엽처리제의 생육기 처리로 除草劑의 효율적인 살포 기술의 기초가 되는 살포기의 계면활성제의 첨가농도 등 안정된 효과를 얻기 위한 條件을 알게 되었다.

B. [作物生産部門]

1. 콩(大豆)

(1) 재배법

適品種선정, 물관리, 토양개량, 질소비료의 시용 방법, 파종시기와 재식양식, 재

식밀도와 관계, 連輪作, 作付體系, 新栽培法, 多收穫의 실증, 이상 생육형의 해석 등을 위시하여 여러 가지 문제에 대하여 전국의 국공립연구기관에서 시험이 실시되었다.

적정品種의 선정에 있어서 東北地方에서는 東北 69호(Suzukari)와 東北 80호, 九州에서는 九州 93호 (Toyoshirome)의 적성이 인정되었고 Suzukari와 Toyoshirome는 1985년에 신품종, 東北80호는 1987년에 신품종 후보로 되었다. 또 1985년에 北海道에서 육성된 Zurukogane는 내습성이 강한 것으로 인정되었다. 北陸地方에서는 麥-大豆의 1년2작 체계를 안정한 것으로 만들 수 있는 조생品種으로 Fukushirome의 육성이 주목된다.

수분 조건으로서는 好適 pF치에 대하여 각지에서 검토되었지만 일치된 결과를 얻지는 못하였다. 제 I기에 있어서는 과습을 피하려는 기술에 중점을 두었으며, 제 II기의 研究에 있어서는 개화기 이후에 충분히 수분을 공급할 수 있는 조건을 구비하여 적극적으로 多收를 꾀하는 기술의 중요성을 인정하였다.

여러 지역에서 주요品種의 적정한 재식밀도가 검토되었다. 中國地方에서는 Tamahomare와 Fukuyutaka의 차이가 분명해졌으며 전자는 밀식 성향이다. 온난지, 暖地에서는 종래 파종기를 앞당기고 多收를 추구한 試驗이 실시되어 증수의 가능성과 더불어 蟲害 다발이나 과번무에 의한 도복 등의 수량불안정성을 초래하는 문제점이 지적되었다.

각지에서 多收에 필요한 생육량, 군락구조, 수량 성립 과정에 대한 해석이 이루어 졌다.

多收를 위하여 필요한 최대엽면적지수는 온난지, 난지에 있어서는 도복抵抗性이 강한品種을 栽培함으로써, 종래 상정해 온 값(值)보다 높아진 것으로 생각된다. 밀식으로 多收가 되는品種은 多肥條件에서 多收이고 主莖品種은 영양생장량의 증대가 용이한條件에서 多收라는 결과를 나타내며 보다 높은 수준의 수량을 올리기 위한品種 육성, 재배법 개량에 유효한 정보를 얻었다.

氣溫, 土壤, 施肥 반응에 대한 해석에서는 일평균 기온이 3℃ 달라지면 개화까지 일수에서 1 - 2 주간, 전생육기간은 2 - 3 주간 변동한다. 회색低地土의 大豆는 다른 土壤에 비하여 기온의 영향을 쉽게 받지 않는 등의 현상을 관찰했다.

추비시용이나 인산다량시용 試驗이 각지에서 실시되어 추비시용에 의해 大豆 연작에 의한 수량저하의 경감이나 화산회토에서의 인산다비의 유효성이 인정되었다.

질소시비에 대해서는 완효성질소肥料의 시용법으로서 기비의 증비 혹은 배토기추비, 근부의 질소고정능에 미치는 영향이 적은 추비 위치로서 뿌리의 한편에 시용하는 등으로 효과가 인정되고 그밖에 각지에서 試驗예가 많아졌기 때문에

추비에 대한 유효한 경우의 條件이 더욱 한층 명확해졌다.

栽培법에 대해서는 이식 및 무경운과종 試驗이 실시되었다. 이식에 대해서는 鳥害防止, 多濕圃 대책 등에서 유효성이 인정되었다. 한편 묘의 특성을 갖추는 일, 이식을 利用한 경우의 결주의 발생억제대책 등의 문제가 중요한데 이들에 대한 실용화에 대해서는 미해결점이 남아 있다.

무경운 과종과 그 후의 栽培管理에 대해서는 시비법이나 雜草防除 등에 대한 검토가 진전되고 이의 실용화가 기대된다.

(2) 品質 및 加工적성

轉換田과 보통밭의 콩의 品質 및 加工적성의 차는 品種간 차에 비하여 대단히 작다.

통풍건조에 대해서는 건조개시시의 종실수분함량, 통기습도에 유의하고 종실의 외관상의 열화를 방지한다면 加工적성에 차가 생기지 않는 것을 인정하였다.

(3) 病害蟲防除

콩재배에 있어서 중요한 病害蟲의 防除技術로써 풍뎅이 따위(金龜子類), 콩나방(豆心喰蛾), 밤나방(夜盜蟲) 등에 대하여, 또 病害에 대해서는 자반병과 Virus 병에 대하여 발생의 생태 해명과 防除법의 개발이 크게 진전되었다.

(4) 機械化작업技術

과종, 防除 및 收穫 기계의 개발 研究가 이루어 졌다.

2. 麥類(小麥)

日本에서 밀(小麥)재배에 있어서 가장 중요한 생리적 스트레스(stress)는 토양 수분과다에 의한 濕害이며 또 한지나 한랭지에서는 耐雪.내한성이다. 根雪前, 根雪期間, 음설 후의 濕害를 회피하는 栽培방법으로 월동전에 일정한 생육 량을 확보하기 위한 과종적기, 시비량, 과종밀도의 여러 가지 條件을 밝혔다. 또 음설 후의 시비에 의하여 수수를 확보하고, 수량의 감소를 적게하는 것을 밝혔다.

耐雪性品種의 선정에 있어서 Yukichabo는 년차변이가 적고, 또 東北167호는 눈이 자주 내리는 해에 가장 높은 수량을 보였다. 내한성검정 방법으로서 월동 직전의 재료의 50%가 동사하는 온도(LT50)에 의해서 나타내는 방법을 고안했다. -12.6℃(Fukuho小麥)으로부터 -16.3℃(Nambu小麥)까지의 변이가 있고, 내한성.내설성이 모두 현저히 높은 Chihku小麥, Horoshiri小麥, Nambu小麥의 LT50이 특히 낮고 (-15.4--16.3), 내한성 혹은 내설성이 약간 떨어진다. Kotakami小

麥, Aoba小麥, Hachimang小麥, Takune小麥이 -13.7--14.6으로 약간 높았다. 또한 多收의 品種과 精밀한 실험에 의해 월동생존주율의 예측법, 品種의 검정법으로 確立될 것이 기대된다.

多收穫栽培法이 北海道에서부터 九州까지의 각지에서 농업 생태적環境條件에 대해 검토되었다. 과종양식, 과종량, 과종기, 品種, 질소 사용량 등의 條件의 組合을 검토하여 도북한계에 있어서의 최고 수량을 성립시키는 條件을 밝혔다. 地域내에 있어서의 토양 조건에 의한 재배법의 차이를 시비질소로부터 밝혔으며, 또 건물生産의 생리학적검토가 이루어졌으며 등숙기에 있어서의 잎의 활성과 收量性의 품종간 차의 관계를 밝혔다. 내설성의 중요한 요인인 각종 雪腐病의 防除를 위하여 내병성品種의 검정법의 確立과 品種의 선정에 노력했다. 흑색소립묘枝病에 대해서는 연약하게 양성한 모에 균을 접종해서 50일 여에 검정 가능한 새로운 방법을 確立하였다. 東北.北海道の 品種을 공시하여 포장에서 관찰된 내병성의 결과와 일 치함을 밝혔다. 또한 도입계통 PI173438은 흑색소립지병, 갈색소립묘지병, 홍색설부병의 모두에 抵抗性을 나타냈으며 유전자원으로 주목을 받게 되었다.

적미병(붉은곰팡이병) 방제법에 관해서는 中國에서 도입된 品種“小麥3호”의 抵抗性이 이병소수에서 穗軸에의 확대저항에 기인한다는 것을 밝혔다. 이것을 “強”의 기준品種으로서 多收品種을 공시하여 抵抗性신유전자원의 탐색에 노력했으나 “小麥3호”이상으로 강한 抵抗性을 나타내는 것은 발견치 못하였다. 약제 防除로서는 감염전에 “디오파네트메칠”의 살포가 발병영화율을 격감시킬 수 있다는 사실과 종자로서 이병립을 사용하면 생육불량 혹은 유묘의 고사를 초래하므로 그 防除법으로 정수온탕 후 디라륨, 디오피네수화제 처리를 실시함으로써 유묘 발병율을 0%로 억제할 수 있다.

3.飼料作物

제I기에 있어서는 전환초기 및 습윤 조건하에 있어서의 알맞은 作物, 알맞은 品種의 선정과 栽培.管理技術, 調製.貯藏 및 流通利用에 관한 新技術 등에 대하여 전국적 및 地域別 관점에서 安定生産.利用에 초점을 둔 소재개발을 실시하였다.

제II기에 있어서는 이들 成果를 이어 받아 轉換田飼料作物生産體系의 정착화에 초점을 둔 소재로서 周年多收, 高品質화 및 利用技術의 향상에 중점을 둔 研究를 전개하여 대체作物로서 飼料用 곡류, 多收.내습성에 기대를 둔 난지형목초의 비중을 높이고 또 收穫물의 品質評價 및 급여특성의 技術개발을 推進하였다.

또한 정착화의 중요 요소인 비용 절감화, 流通 관한 제문제 및 이들을 포함한

대가축生産體系의 確立에 대해서는 금후의 연구에 계속시키기로 하였다.

(1) 高收量 高營養 栽培

옥수수과 이탈리아라이그라스를 組合한 作付體系와 周年형이 일반화하고 있으나 轉換田에 있어서의 濕潤성對策과 多收, 고영양화를 목표로 하여 전국적으로 수수, 밀을, 관동이서에서는 난지형목초를 더하여 周年安定多收의 技術개발을 하였다. 특히 栽培특성의 해명, 地域別작기, 작형 및 作付體系를 변화시킨 試驗에 의하여 현재의 수량 수준을 확인하였다.

수수의 多回刈取에 있어서 再生수량은 조파일수록, 그 중에서도 兼用型이 多收의 경향을 나타냈고 中國地方에서는 옥수수와의 혼파법을 검토하였다.

麥類에 있어서는 호밀이 내한성, 내설성이 우수했고 첨가물 사용에 의해 大麥 싸이리지(silage)정도의 品質을 얻었다(東北地方). 쌀보리, 두줄보리에 있어서는 파종기의 선택에 따르는데 1.5-1.7tDM/10a의 수량을 얻었다(四國地方). 전체적으로 건초生産으로서의 검토가 필요하다.

난지형목초에 있어서는 주로 기장이 다습전성향이 있는 것으로 채용되고 특히 문제가 되어 있었던 휴면각성법의 確立, 각종 그라스가 건초 성향인데 대하여 싸이리지 성향 作物이라는 것과 不耕起 無整地에 의한 묘파법의 생력성, 추계동시파의 생력성, 춘계 동시파종의 다수성 등을 확인하였다.

周年作付體系에 대해서는 전국적으로 알맞은 초종중 상정한 試驗이 실시되었고 地域別 유형(type)별 기간 목표수량을 달성하였다.

(2) 主要病害蟲防除技術

主要病害로 옥수수의 문고병, 해충으로는 龍瓜稷(finger millet)포장에 발생하는 벼나방을 취급하였다.

옥수수의 문고병에 대해서는 AG-1이 병원성에 가장 강하고 抵抗性검정법으로 8-9엽기에 포기하위부 점종법을 확인했으며 경종적防除법으로는 토중의 균주 매몰효과에 대한 계속적인 검토의 필요성을 얻었다.

벼나방에 대해서는 제1, 2세대 유충의 발생 생태와 성충의 침입산란방지법으로 옥수수 등의 장벽 作物의 栽培, 龍瓜稷과 클로버(clover) 또는 알팔파(alfalfa)의 혼파에 의한 천적의 활동증가 등이 검토되었다.

(3) 機械化 作業技術

논의 기반정비는 착착 진척되고 있으나 여전히 소구획, 부정형, 분산, 軟弱포장 등은 機械化작업의 효율 저하의 요인이 각지에 남아 있는 문제로 보고 있다.

한편 당면의 對策으로서 그와 같은 條件하에서의 作業 방법에 대하여 과종공정, 收穫공정에 있어서의 技術개발을 실시하였다.

(4) 사료용 곡물의 栽培.收穫調製 및 利用技術

周年作付體系를 전제로 하여 麥類의 품종별 栽培 특성과 적정 品種의 선정 검용형수수의 효율적 栽培법을 밝혔고, 또 收穫/調製 및 飼料가치에 대하여 검토하는 등 栽培.調製.利用을 통하여 각종 사료용 곡류의 周年多收系에 있어서의 탐색을 실시하였다.

4. 메밀, 울무

메밀에 대해서는 제 I期에, 울무에 대해서는 제 II期에서부터 安定生産技術의 확립을 목적으로 하여 시험이 실시되었다.

(1) 메밀(蕎麥)

北海道농시에서는 牡丹메밀보다 早熟.多收의 極早生系統 <北海1號>를, 信州大學에서는 人爲4倍體의 大粒品種<信州大메밀>을 육성하는 등 品種改良이 부진했던 메밀에서 진전됨이 보였다. 메밀은 品種의 특성이 변화 또는 분화하기 쉬운 작물로 되어 있으며 採種 조건에 대하여 留意해야 할 점에 대하여 검토하고 특성을 유지하기 위해서는 原種子의 재배환경에 가까운 조건이나 栽培適地에서의 採種의 중요성이 시사되었다.

品種選定 및 選定品種의 適作期에 대한 검토가 이루어졌다. 東北地方에서는 信濃1號.最早生.階上早生 등이 多收이고 階上早生은 播種에 따른 收量の 變動이 적고 가장 安定的이었다. 關東地方에서는 晩生の 新品種 新州大메밀이 7月下旬播에서 信濃1號보다 多收였으나 8月上旬播에서는 逆轉하였다. 南關東平坦地에서 在來메밀은 과종적기가 8月下旬으로 보였는데 地帶의 初霜時期를 감안하여 과종기를 결정할 필요가 있다. 九州地方에서는 內陸部性向 有望種으로 早生種:信濃1號, 中生種:高森町産(熊本縣) 晩生種:宮城在來(宮城大學)을 선정했다.

메밀은 濕害에 약하고 湛水되지 않아도 出芽時에 表面濕潤狀態만 되어도 致命的인 被害를 받는다는 것, 開花期 以後에도 地下水位가 높아지면 크게 減收되는데 斷續적으로 2~3일의 濕潤이고 排水.乾燥되는 밭이라면 減收정도는 적다는 것을 알게 되었고 밭 선정에 대한 정보를 얻었다.

播種樣式에 있어서는 드릴播가 收量이 높고 倒伏도 적었다. 窒素增肥 效果는 높으나 증비에 따른 倒伏이 문제가 된다. 倒伏回避의 施肥技術로써 基肥로서의 窒素를 억제하고 着雷期-開花期에 分施함으로써 登熟이 좋아지고 증수효과가 인

정되었다.

機械化收穫에 대해서는 長莖 혹은 倒伏된 경우의 문제가 미해결 상태에 있다. 바인더, 自脫型콤바인, 刈脫機, 콤바인 등의 利用方式과 이들 기계가 적용될 수 있는 栽植樣式이나 메밀의 狀態 등이 밝혀졌다.

(2) 울무

全國적으로 適品種의 選定을 실시하였다. 東部日本에서는 早生の 中里在來가 安定多收이고, 西部日本에서는 岡山在來가 多收을 보인 곳이 많았는데 近畿.中國地方에서도 短稈이라는 특성으로 中里在來가 유망하다고 보는 견해가 지배적이다. 岡山在來에 γ 線을 照射해서 육성한 奧羽1-3號는 短稈이며 育成地(東北)뿐만 아니라 關東, 九州에서도 中里在來가 동등하게 또는 그 이상의 收量을 보여 유망시 되고 있다.

울무의 특징을 고려한 栽培法이 강구되었다. 作期는 各地 모두 生育適溫期가 되면 빠른 것이 좋고, 1.5 ~ 2.0葉苗가 移植適期이다. 栽植密度에 대해서는 成熟이 고루지 않다는 점을 고려하여 어느 정도 密植하여 成熟粒 比率을 높인다. 물 管理에 대해서는 活着後는 落水하고 出穗始 혹은 移植 45日後부터는 間斷灌水을 실시하는 것이 有效함을 인정하였다. 窒素肥料는 初期窒素를 억제하여 短稈化하고 倒伏을 막으며 後期窒素에 의하여 稔實向上과 100粒重의 增大를 꾀하는 것이 有效했다.

機械化 栽培에 대해서는 벼移秧期, 管理作業機, 改良自脫型콤바인의 機械化體系나 트랙터, 乘用6條植機 등에 의한 省力化와 適用可能한 條件이 제시되었다.

病害蟲에 있어서는 葉枯病, 조명나방에 대해 각각 有效한 藥劑가 확인되었다.

C. [土地 利用 高度化 技術編]

1. 畚田輪換栽培

畚田輪換에 관한 基礎研究는 輪換耕地를 作物生産의 立場에서 有效하고 또 高度로 이용하기 위한 生産管理技術과 技術適用方式의 해명을 目的으로 하여 1980년에 개시하였다. 課題의 일부에서는 제 II期の 한정된 研究期間에서는 輪換田에 있어서의 검토가 中心이 되어 復元논에 있어서의 검토는 今後로 넘기기로 하였으나 이제까지의 研究成果는 다음과 같은 4가지 課題로 整理된다.

(1) 畚田輪換에 의한 土壤 生産力 向上 要因

畚田輪換에 있어서의 土壤管理의 基礎로 하기 위하여 4種의 土壤을 調査하여

輪換土壤의 生産力에 關與하는 土壤統群別特性을 해명했다. 또 土壤酸性化의 한 原因이 되는 置換性鹽基의 動態를 추구하여 酸性化의 기구를 해명하고 硅灰石 粉末 등의 土壤改良資材의 多量投入이 酸性化를 억제하여 실태를 고증하였다.

한편 東北地域에서 發生한 Mn 過剩障害에 대해서는 그 發生機構를 해명하였으며 對策技術을 제시하였다. 또한 畚田輪換에 수반된 土壤構造의 變化를 조사하고 微細構造의 變化는 작지만 田地期間에 형성된 龜裂은 漏水의 原因이 되어 영향이 큰 것을 지적하였고, 이와 더불어 토양의 누수억제의 難易性判定 基準이 설정되었다.

畚田輪換이 土壤生産力에 미치는 영향을 밝히기 위하여 糞收量을 지표로 하여 검토한 결과 田地期間 1 ~ 3年의 범위로 畚田輪換土壤의 有利性이 인정되었다. 또 輪換田 3年經過後의 復元논의 生産력은 初年제에 높지만 그 效果는 3年 제에 消失된다고 하였다. 또한 低濕重粘土의 復元논에 있어서 벼의 窒素吸收는 地力窒素에의 의존도가 크다는 것을 밝혔다.

(2) 畚田輪換栽培에 의한 作物生産力의 向上要因.

畚田輪換條件, 특히 過濕狀態의 토양에 대한 作物의 反應을 알고자 生理的.形 態的으로 適應性을 검토하였다. 作物이 多水分條件에 놓이게 되면 뿌리의 呼吸 이 저해되고, 養分.水分吸收能이 저하하고 이어 葉色이 퇴화하여 光合成能에 영 향을 끼치고 그 결과 乾物生産이 저하하므로 葉色의 變化는 生理的變調의 指標 가 된다는 것을 시사하였다.

多濕土壤에 대한 適應性은 作物간에 차가 있고 대체로 禾本科 作物은 耐性이 강하며 콩은 이보다 떨어지는데 강낭콩은 강하다. 또 콩에 있어서는 品種間에 耐性의 差가 인정되었다. 이 作物의 耐性은 地表面直下에 발달하는 뿌리의 양이 나 뿌리의 通氣系로서의 機能의 有無에 關係된다는 것이 밝혀졌다.

또한 畚田輪換에 있어서의 輪作體系에 대하여 植物系統分類學의 立場에서 類 型化를 시도하였고 그 基本型이 정리되었다.

(3) 輪換田의 作付體系에 의한 生産力 向上技術.

輪換效果 維持向上技術의 확립에 이용하기 위하여 輪換田에 있어서의 田作物 의 作付體系와 作物生産力과의 關係에 대하여 검토하고 일부 시험이 미완료된 때문에 중간적인 성적 정리를 했다.

連作體系에 있어서는 콩의 連作은 일단 2년은 가능한 것으로 생각되며 3年제 는 氣象, 土壤.病害蟲 등 環境條件의 影響을 받기 쉽게 되고 이 경우에 各 作物 과 組合시키면 連作 年限 遲延의 可能性이 인정된다. 또 옥수수 的 연작에 대해

서는 4년 내지 6년, 穀實用수수의 연작에 대해서는 3년이 가능한 것으로 단정하였다. 輪作體系에 있어서는 對象夏作의 종류가 地域에 따라 다르며 大豆, 菘蓆, 감자, 옥수수, 穀實用수수에 대하여 각각의 지역에 알맞은 組合이 밭 2年 또는 3年輪作을 중심으로 검토되었다.

轉換田 效果의 維持와 向上을 꾀하기 위하여 作付體系에 관련하여 有機物 등의 施用 效果를 검토한 결과,堆肥施用은 作物의 增收에 이어졌으나 보릿짚 갈아 넣기의 效果는 後作物에 의하여 변동하였다. 또 窒素施用은 콩後作小麥이나 復元畚水稻에서 過繁茂에 의한 登熟障害 또는 倒伏의 原因이 된다는 것을 지적했다. 이 밖에 輪換田土壤의 理化學性 및 作物殘滓의 動態가 검토되었다.

(4) 輪換年數와 作物生産力의 維持向上

농機能을 有效하게 利用하기 위하여 논期間과 田期間을 組合한 輪換方式을 검토하고 일부 試驗이 未完了되었으나 中間整理를 하였다.

寒地, 寒冷地의 1年1作型에서는 輪換田의 콩連作과 옥수수連作 및 復元논의 벼에 대하여 多收性이 유지될 수 있는 連作年限과 栽培條件을 밝혔다.

暖地의 1年2作型에서는 콩-麥類 체계를 중심으로 하여 作物生産力을 검토한 결과 각 地域의 好適 윤작체계는 未確認중에 있으나, 九州地域에서는 田作期間(콩-밀) 2 ~ 3年과 논기간(수도-밀) 2年の 組合이 유리한 것으로 판단되었다. 田作期間의 夏作物을 고정하지 않고 콩과 옥수수의 交互作付(輪作)를 실시한 경우의 收量은 連作한 경우보다도 많고 또 논期間의 벼와 冬小麥의 收量은 田期間이 극단적으로 짧지 않은 경우에 多收가 기대되는 것으로 생각되었다.

輪換田에 飼料作物을 도입한 作付體系에서는 飼料作物의 高生産性을 유지하기 위한 復元논期間은 1年으로 충분하다고 생각되었다. 또한 復元논 벼의 生育은 輪換田의 飼料作物 連作年수가 길어질수록 過繁茂의 위험성이 증대되었다.

好適復元논期間을 밝히기 위해 옥수수의 乾物生産量을 지표로 하여 검토한 결과 輪換田作物의 生産력은 復元논期間 1年과 2年 사이에 차이는 없었으나 復元논期間의 效果에 관한 結論은 今後의 研究로 미루었다.

(5) 畚田輪換栽培의 地域別 成果

北海道, 東北, 北陸, 關東東海, 近畿中國, 中國, 九州의 各 地域 公立場所에서 실시된 畚田輪換栽培에 관한 試驗研究의 成果와 地域別로 整理된 地域別 成果가 보고되었다.

2. 體系化技術

표제에 관한 연구는 輪換耕地의 高度利用을 꾀하고자 開發된 各種 技術의 總合化에 의하여 生産現場의 實態에 응한 地域技術體系를 확립하기 위한 목적으로 1982년에 개시하였다. 연구과제의 일부는 1984년, 1985년에 시작되어 未完成의 것이 많으며 이제까지의 成果를 整理하였는데 그 내용은 다음과 같다.

- (1) 技術體系化 Simulation model의 作成
- (2) 地域別 生産安定, 向上技術의 體系化
- (3) 體系化技術의 地域別 효과 등이다.

3) 韓國에서의 農 利用方式에 關한 研究成果

한국에 있어서의 1945년 이전의 農의 利用방식을 살펴보면 다음과 같다.

高麗末頃에는 2年3作法이 실시되었으며 中國에서의 宋代에 水田種麥(稻+麥=1年2作)의 記錄은 移秧法과 더불어 발전된 것이며 鮮初에는 麥田에서 麥의 刈取後 灌溉함으로써 벼를 移種하는 것이 發展되어 畚裏作(벼-麥作)의 發展을 본 것으로 推想된다.^{1,2,6,8,47)} 이것은 벼作(農)->麥作(田)과 麥作(田)->벼(農)의 轉換方式의 二毛作이다.

한편 鮮朝中葉에는 畚田輪換方式이 일부지방(吉州地方) 및 平北의 雲山地方에서 널리 採擇되었다.^{2,3,6,13)} 이것은 水稻作의 擴大로 水利의 제약이 있었던 것으로 吉州地方에서는 5년에 벼 2年方式으로 ①粟->②春播大麥,大豆混作->③수수->④벼->⑤벼 또는 4년에 벼 2年方式으로 ①粟->②春播大麥,大豆混作->③벼->④벼가 있었고¹³⁾ 雲山附近에서는 2년마다 밭과 農으로 轉換하는 方式 또는 3年을 農으로 하고 후에 4-5年은 밭으로 利用하는 方式이 취해졌다.²⁾

農二毛作(주로 畚裏作)은 1924년 138,686ha(남북한 合計)로 農總面積의 12.7%, 1936년은 449,520ha(26.6%), 1940년에는 總답면적의 30%(麥作이 24%)를 차지하였다.⁵⁰⁾

農 利用方式에 있어서 作付組織에 대하여 살펴보면³⁾ 1920에는 農總作付面積이 1,245,340ha이며 이때에 실시된 作付方式(토지가 1년에 利用된 횟수, 또는 동일 農에 2작물이 재배되는 경우 作종기를 달리한 경우는 2회, 1년1작과 2년2작에 있어서 불리함)의 수는 30개를 헤아렸다. 즉 禾穀類에는 벼, 보리, 밀, 쌀보리, 조, 수수, 밭벼, 피의 9종, 豆菽類에는 콩, 팥의 2종, 公예작물에는 삼, 담배, 채소類에는 미나리, 자고, 연근, 감자, 마늘, 무 등, 綠肥에는 靑刈大豆, 紫雲英, 알팔파 등, 藥用 作物에 택사 등 도합 26종이다.

作付組織上 채택된 作物은

① 1年1作 = 수도, 담배, 미나리, 보리, 조, 피, 콩, 택사, 밭벼, 삼, 靑刈大豆, 수수, 메밀, 자고, 연근, 무 등 16종

② 1年2作 = 조.피 - 팔(길주지방-팔混作), 보리 - 콩(輪畝) - 靑刈大豆, 벼-자운영, 벼-알팔과, 벼-헤어리벳치(녹비와 벼), 보리-벼, 벼-밀, 마늘, 무 등, 綠肥에는 靑刈大豆, 자운영, 알팔과 등, 약용작물에는 택사 등 도합 26종이다. 또한 이들 작물이 1年1作, 1年2作 또는 1年3作 등의 조합의 작부조직을 갖게 되었다.

畝裏作 및 輪作에 관한 시험연구는 규모와 계속 연한은 작았지만 오래 전부터 실시되었다.

農事試驗結果要覽²⁾에 의하면 전북농업기술원에서 실시된 畝輪栽培法試驗(1929~1939)은 벼-자운영, 벼-大麥--헤어리벳치, 벼-大麥-靑刈大豆 시험 등, 전남농사시험장에서는 畝裏作不適地麥作試驗(1933-1934), 충남농사시험장에서는 畝輪作栽培法試驗(1935-1943), 전남농사시험장에서는 畝裏作栽培試驗(1936), 경기도농사시험장에서는 畝輪作法試驗(1933-1936)으로 벼, 메밀, 大豆, 감자, 조, 밭벼, 보리, 헤어리벳치 등을 공시하여 水利安全畝畝裏作에 관한 시험을 실시하였다.

4) 1960年 ~ 現況

農林水産統計年報에 의하면 耕地利用度は 1960년대 150% 정도이고 1970년대에는 140% 정도로 저하하였으며 계속 저하하여 120% 그리고 최근에는 110.6% 정도에 있다.

또한 畝裏作 狀況을 보면 1960년 이전에는 약 40만ha(논總面積의 33%내외)였고 1970년까지 계속 증가하여 50% 정도로 증대하였으나 1979년의 65.4%(약85만7천ha)를 정점으로 하여 이후 계속 저하하고 특히 최근에 급감하여 1990년에는 전국 수도재배면적 1,244천ha(100%)에 二毛作栽培面積比率 16.7%이고 耕地利用度は 110.6%로 떨어졌다.

1960년대에는 논高度利用에 關한 試驗研究로서 水稻早晩期栽培前後作 導入試驗(1963-1966)을 살펴보면, 水原作物試驗場¹⁵⁾에서 벼의 前後作物로서 大麥, 小麥, 胡麥, 감자, 양배추, 豌豆, 이탈리아안라이그라스를 공시한 바 벼單作에 비하여 收益性이 높았으며 또 논作付體系試驗(1963-1966)¹⁵⁾으로 벼 早.晩植 栽培에 그 前後作으로 大麥, 小麥, 胡麥, 감자, 豌豆, 양배추, 菜豆, 亞麻, 靑刈稗, 靑刈귀리, 이탈리아안라이그라스를 4년간 재배한 결과 粗收益性은 벼單作에 비하여 春作, 秋作감자가 80-90%, 양배추 23%, 小麥 19%, 大麥 5%, 靑刈귀리 28%가 增收되었다. 또한 논多毛作體系確立에 관한 시험(1966-1970)에 있어 호남작물시험장¹⁵⁾에서 수도의 前後作으로 大麥, 양배추, 참외, 배추, 豌豆, 감자, 옥수수, 大麻, 靑刈胡麥, 靑刈옥수수를 供試한 바 大麥과 벼 사이에 옥수수, 감자, 大麻의 논作付體

系方式의 普及可能性이 크다고 하였다.

한편 논作付體系에 있어서 도입된 作物 및 作付組織을 살펴보면 시대의 變遷에 따라 차이를 보였으며 그 주요한 방식은 參考文獻을 綜合하면 다음과 같다.

- (1)벼+麥類(주로 大麥, 裸麥, 小麥약간)
- (2)벼+油菜
- (3)벼+양파
- (4)벼+배추
- (5)감자+벼
- (6)豌豆+벼
- (7)亞麻+水道(논산.부여지방 1970년대)
- (8)벼+마늘
- (9)벼+딸기
- (10)벼+胡麥(飼料)
- (11)벼+紫雲英(綠肥)
- (12)벼+이탈리안라이그라스(飼料)
- (13)벼+알팔파
- (14)귀리(飼料)+벼
- (15)大麻+벼
- (16)煙草+벼
- (17)벼+各種菜蔬(무, 수박, 쪽갓 등등)

한편 水稻作前後에 재배되고 있는 作物의 재배면적을 보면 菜蔬 40,134ha, 藥用作物 3,254ha, 비닐하우스 24,334ha(1990)이다. 또한 주요 作物은 ① 畚裏作에 보리, 밀, 호밀, 油菜, 마늘, 양파, 하우스재배고추, 딸기, 채소, 과채 등이며 ② 논前作으로(벼 수확 후 - 월동 전까지:무, 배추 등, 월동 후부터 벼 이앙 전까지:강낭콩, 완두, 울퉁콩, 단옥수수, 인초, 택사, 담배, 감자, 봄메밀, 과채류 및 葉菜類 등 ③ 畚田輪作에 豆類, 雜穀, 薯類, 藥用作物, 飼料作物, 菜蔬 및 果菜類, 하우스 施設園藝作物, 인삼 등이다.

또한 논多毛作體系에 있어서 作物종류의 組合과 그에 따른 收量性이 檢討報告된바 있고⁴⁰⁾ 또 收量性과 收益性에 대한 調査分析 報告가 있는데 收量性에 있어서도 年次變異가 크고 특히 收益性에 있어서는 年次變異가 더 큰데 이는 지역적 및 年次的 기상조건 그리고 토양조건 의 차이와 생산물에 대한 市場性의 변동도 크고 또 재배기술의 차이에 기인되는 것이라고 할 것이나 1980년 이전에 있어서는 收益性이 대부분의 경우 多毛作組織이 벼單作에 비하여 유리하였다.그러나 최근에는 生産費의 상승, 특히 勞賃의 폭등으로 특수한 경우를 제외

하고는 收支打算이 맞지 않는다는 것이다.

남부지방에서 논 작부체계에 따른 수량 및 收益性의 연차변이를 조사 분석한 바(1978-1981의 4개년)에 의하면⁴³⁾ 다음과 같다. 즉 1)수도단작 2)수도+보리 3)수도+맥주맥 4)수도+밀 5)수도+유채 6)수도+배추 7)감자+수도 8)완두+수도 9)수도+마늘 10)수도+양파 11)수도+딸기 12)수도+호밀(사료)의 작부조직에 있어서

(1)년차간 수량변이가 큰 작물은 감자, 청예호밀, 양파 등이고 적은 작물은 마늘, 딸기, 밀 등이었으며 수도는 3.4 - 37.2%의 변이를 보였다.

(2)조수익이 많은 작물은 마늘, 양파였고 적은 작물은 청예호밀, 유채, 보리, 맥주맥이었으며 수도는 211천원 - 329천원 범위였다.

(3)소득이 높은 작물은 양파,감자,배추였고 낮은 작물은 청예호밀, 유채, 보리, 맥주맥, 밀 등이었다.

(4)순수익이 높은 작물은 배추, 감자, 양파, 완두였고 청예호밀, 유채, 보리 등은 낮았으며 수도는 54천원 - 132천원 범위였다.

(5)작부樣式에 따른 총수익은 벼 單作에 비하여 전체 2모작이 3~129% 많았고 특히 수도-마늘, 수도-딸기, 수도-양파, 수도-감자, 수도-배추가 높았으며 연차변이가 적은 것은 수도-감자, 수도-청예호밀이었다.

(6)소득은 벼 單作에 비하여 수도-유채를 제외한 모든 2모작구에서 30-86% 많았고 특히 수도-양파, 수도-마늘, 수도-감자가 높았으며 연차변이가 적은 것은 수도 - 청예호밀이었다.

(7)순수익은 벼 단작에 비하여 수도-감자(76%), 수도-배추(66%), 수도-밀(11%)이 많았고 수도-유채, 수도-청예호밀, 수도-보리, 수도-딸기, 수도-맥주맥, 수도-마늘은 58 - 5% 낮았으며 연차변이가 적은 것은 벼 단작, 수도-완두, 수도-청예호밀 등이었다.

기타 단작체계에 따른 작물의 수량 및 收益性을 분석한 보고^{29,55)}가 있다.

5) 답전윤환 시험 참고 사항

1. 畚田輪換의 효과적 토양조건

논은 원래 耕盤層이나 수평의 畚面으로 인하여 수도작을 위한 특수장치화된 지목이며 深水稻作에 의하여 토양이 환원화되고 투수성도 일감수심 20 - 25mm 이하의 상태가 되어 있는 것이 보통이다. 그러나 윤환전은 논과는 異質의 발조건이 요구되며 전작물의 도입에 요구되는 토양환경은 전작물의 종류나 논의 토성에 따라 일률적인 것은 아니지만 일반적인 기준치는 Furuki 등(1975)⁴⁾에 의하면 심수(강우) 소실속도 50 - 100mm/일, 地下水位 40 - 50cm/일, 粗間隙量

5% 이상(또는 기상률 25% 이상) 그리고 투수계수 10 - 3cm/sec 이상으로 보고 있다.

윤환밭과 보통밭에 있어서 토양의 이화학적성질의 차이는 토양 3상의 분포에서 기본적인 차이를 나타낸다. 윤환밭의 氣相은 보통밭에 비하여 현저하게 적고 그 차이는 하층에서 더욱 현저하다. 논에서 지표수를 배수하여 輪換田으로 해도 전환의 초기에는 물리성이 불량하며 농작업과정에서 평토율이 떨어지고 또 논으로 있었을 때 형성된 경반의 투수성을 나쁘게 하며 과습으로 작물 뿌리의 성장을 저해한다. 土壤硬度는 전환밭이 연작답에 비하여 작지만 보통밭보다는 크다. 이와 더불어 여러 가지 물리적 특성도 배수가 양호하면 전환 3년째쯤에는 급속히 보통 밭상태에 접근하게 되고 물리성이 개선된다.²¹⁾

한편 윤환밭에서의 화학성의 변화는 Fe, Mn 등이며 이들의 산화 침적물은 점차 감소하고 膜狀班鐵 등도 적어진다.²⁰⁾ 특히 湛水 하에서 축적된 불안정한 유기물의 중간분해산물도 급속히 분해하여 소모되고 腐植化가 진행된다. 그 결과 전환 1~ 2년에는 토양 Ammonia의 공급량이 많고 이것이 작물생육에 좋은 영향을 준다. 그러나 3-4년을 경과하게 되면 유기물 분해의 진행, 칼슘, 칼륨 등의 염기 및 질소가 溶脫되어 그들 성분의 저하를 가져오고 생산력도 윤환 후 2-3년을 정점으로 하여 점차 저하한다. 따라서 유기물 시용에 의하여 地力維持를 꾀할 필요가 있다.

한편 작물에 따라 각기 임계공기량이 다르다. 즉 ① 가장 많은 공기 량을 요구하는 것(24%)은 양배추, 강낭콩 등 ② 비교적 많은 공기량을 요구하는 것(20%)은 순무, 김문베치, 오이, 보리, 밀 등 ③ 비교적 공기 량의 요구가 적은 것(15%)은 귀리, 수수 등 ④ 가장 공기 량의 요구가 적은 것(10%)은 이탈리아라이그라스, 벼, 결구전의 양파 등이다. 기타 무, 배추, 완두, 토마토, 당근, 감자 등은 통기의 효과가 크고, 파는 그 다음이며 잠두, 딸기, 가지, 고추 등은 통기의 불량 상태에 잘 견디며 토란은 통기성이 나빠도 충분히 생육한다.

토양의 通氣性은 토성과 관련되고, 배수와 地下水位는 밭작물의 생육, 수량 및 품질에 지대한 영향을 미친다. 따라서 윤환전에 있어서의 작물 재배는 작물의 종류 및 품종의 선택에서부터 물관리와 지하수 관리에 만전을 기해야 한다.

作物別 適正 地下水位는 地下水位 試驗 結果에 별도로 제시하였다.

2. 답전윤환지에 도입되는 適應 作物

적절한 작물의 일반적인 選定 基準으로서는 ①기상으로 본 適作物 및 適品種 ②토양형 토양수분 적응성에서 본 適作物 ③국내외 需要(국내자급률)에서 본 適作物 ④收量性(수익성)에서 본 適作物 등이 고려되어야 한다.

(1) 기상으로 본 適作物, 適品種: 여름 작물로서는 수도를 위시하여 콩, 메밀, 들깨, 참깨, 감자, 고구마, 수박, 참외, 토마토, 고추 기타 엽채류 등이 있으며 겨울 작물로서는 보리, 밀, 마늘, 양파, 사과, 사료작물 등이 있다.
 한편 알맞은 품종은 현지에서 품종비교시험으로 선정한다.
 또한 作型的 결정으로 1년 1작형, 1년 2작형 등의 작부체계를 고려한다.

전환답에 대한 작물의 적성

작물의 종류	적	보통	부적	작물의 종류	적	보통	부적
보리	0			참외			0
콩	0			호박			0
팥		0		수박			0
강낭콩			0	오이	0		
땅콩			0	가지	0		
감자		0		토마토		0	
고구마			0				
사탕무		0		토란	0		
옥수수		0		생강	0		
수수		0		양파	0		
메밀	0			당근		0	
울무	0			마늘		0	
시금치			0	이탈리안라이	0		
양배추		0		그라스			
상추	0			피	0		
배추		0		옥수수		0	
파슬리	0			오차드그라스		0	
딸기		0		레드클로버	0		

(2) 토양형, 토양수분 적응성: 토양형에 적응하며 과채류, 근채류는 적당하지 않으나 한정된 밭에서는 토양수분에 의한 토양형 이상으로 크다. 작물의 耐濕性

에 대해서는 작물 습해와 관련하여 생육시기, 품종, 토양수, 기온 등 많은 조건에 의하여 변동하기 때문에 명확하게 단정하기 어렵다. 그래서 기존 시험결과를 참고로 해 보면 표 ②와 같다. 즉 물의 환경으로 보아 轉換田에 적합한 작물은 콩, 메밀, 울무, 상추, 파슬리, 오이, 가지, 토란, 생강, 양파, 마늘, 이탈리아라이그라스, 피, 레드클로바 등이다. 한편 부적당한 작물은 땅콩, 고구마, 시금치, 프린스메론, 호박, 수박 등이다.

일반적으로 내습성이 있는 작물이 적응하여 내한성이 있는 작물은 부적당하다. 그러나 수박, 땅콩, 고구마 등은 배수가 양호한 轉換田에서는 과잉수가 배제되면 생육이 좋다.

(3) 수요가 높은 적당한 작물: 생산물은 판매가 전제이므로 과잉생산이 안되고 판매처분에 안전성이 있어야 한다. 국내적으로는 자급률이 낮은 작물을 우선해서 선정하며 국제적으로는 수출이 보장되는 작물을 선정한다. 1991년 주요작물의 국내 자급률은 쌀 102.3%, 밀 0.02%, 옥수수 2.1%, 콩 19.0%이며 이것은 앞으로 더욱 낮아질 것으로 전망된다.

(4) 收益性에서 본 알맞은 작물: 전환전에 재배될 작물의 收益性은 비 이상으로 높은 것이 요구된다. 따라서 작물의 선택은 노지 채소인 배추, 무, 마늘, 양파 등과 시설채소인 딸기, 토마토, 오이, 수박 등이 선택되는 경우가 많으며 경우에 따라서는 화훼가 대상 작물이 될 수도 있을 것이다. 그러나 이와 같은 작물은 생산과잉에 의해서 가격 변동이 크므로 신중을 기해야 한다.

참고문헌(1)日本

- 1.福井重郎.伊藤隆二(1951) 生育時期を異にして短期過濕處理が大豆の生育に及ぼす影響について 日作紀 20:271~273
- 2.齊藤光夫(1961)田畑輪換栽培:農山漁材文化協會.東京
- 3.石川創男 外 (1973) 水田 および 水田轉換畑地下水位と 濕害對策 2.轉換畑の濕害對策,とくに 畦の 高土.農事技術 28:342-345.
- 4.古木敏也 外 (1975) 低濕地における 水田高度理容のための 基盤整備方式`農事土木試驗技術研究報告書`A11:17~45
- 5.平春技 外 (1977) 水田轉換畑栽培による 大豆種子の 化學成分組成 日作紀 46(1):103-110
- 6.橋本鋼二(1978) 水田大豆作の 問題點 (1) 農事技術 33:103-107
- 7.大久保隆弘(1980) 農用地の 汎用化と 土 作物·排水, 農土地 48(9):27-386
- 8.農林水産大臣官房技術審議官室(1981) 田畑輪換と中心とした水田の 土地利用に 關する 調査結果

- 9.松川勳 外(1983) 大豆の耐濕性に 關する 研究-湛水條件に おける 品種間 差異,北海道 農試集報 49:32-40
- 10.農林研究センタ (1983) 轉換畑を立體とする高度畑技術の確立に關する總合的開發技術研究成果集 No.1 1-352
- 11.中世古公男 外(1984) 水田轉換畑 多數大豆の乾物生産特性.日作紀 53:510-518
- 12.島田信二(1985) 轉換畑作大豆における中耕培土の効果(2) 農業及園藝 60:569-573
- 13.農業研究センタ- (1987)轉換畑を主體とする變度畑 作技術の確立に關する總合的開發研究.第2期成果の取りまとめ 1-718
- 14.農林水産技術會議事務局・農業研究センタ-(1988) 農業の基礎技術-轉換畑の研究の主要成果情報 1-388
- 15.張憲次(1988) 水田利用方式の展開過程 1-295 農林統計協會
- 16.杉本秀樹 外(1988) 水田轉換畑に過濕障害 第1報 土壤の過濕處理が乾物生産と自失收量に及ぼす影響 日作紀 57(1):71-76
- 17.杉本秀樹 外(1988) 同題 第2報 土壤の過濕處理が出液氣孔開度ならびに無機性成分の吸収に及ぼす影響 日作紀 57(1):77-82
- 18.杉本秀樹 .佐藤享(1990) 同第 第4報 濕害發生時における根據の役割について
- 19.農林水産省(1990) 水田農業確立後期對策のための技術指針-水田農業の活性化に向ええ -農林水産省編:1-415
- 20.農林水産省農蠶園藝局企劃課(1990) 水田農業確立對策關係通達集:1-257
- 21.農林研究センタ- (1983)轉換畑を立體と高度畑技術の確立に關する總合的開發技術研究成果集 No.2:1-481
- 22.農林水産技術會議事務局(1990) 水田農業技術情報シリーズ
- 23.荻野芳彦・村島和男 (1992).大區劃・汎用化水田の排水整備の考へ方,農土誌 60(8)
- 24.大久保隆弘(1992) 畝田轉換と農地利用 嶺南地域 における變度利用發展方向 심포지엄 21 : 農村振興廳, 嶺南作物試驗場

參考文獻(2) (국내)

1. 1929. 武田總七郎. 麥作新說 pp:667-731. 明文堂.
2. 1936. 池泳麟. 咸鏡北道 吉州地方의 輪畝に 關する 調査. 朝鮮農會報 9(9):29.
3. 1941. 廣田豊. 朝鮮の 畝に 於ける 作付組織. 朝鮮農會報 15(7):31.
4. 1941. 和田滋穂・森田潔.畝の 於ける 綠肥施用.朝鮮農會報 15(9):55.
5. 1941. 朝鮮總督府 農業統計.
6. 1942. 及川信. 平安南道 价川地方の 於ける 隔年畝(畝田交互作). 朝鮮農會報

16(8):20.

7. 1962. 農村振興廳. 1905-1960 農事試驗結果要覽. 暗渠排水試驗 p.26. 畚裏作 및 輪作試驗. p.29.
8. 1963. 趙載英,李殷雄. 栽培學汎論. 鄉文社.
9. 1965. 權淳稷. 우리 나라 中部地方에 있어서의 畚利用의 高度化 方案. 研究와 指導. 6(2):40-41. 農村振興廳.
10. 1965. 農村振興廳. 地帶別 經營計劃樹立을 위한 基礎資料. 農業經營研究室 A-2.
11. 1965. 農村振興廳. 農業地帶別作付體系의 收益性. 農業經營研究 A-2.
12. 1965. 朴贊浩 외. 飼料·綠肥作物. 鄉文社
13. 1966. 農林省熱帶農業研究センター. 舊朝鮮に於する 日本の 農業試驗研究의 成果 pp.85-96
14. 1967. 飼料增産과 天水畚處理에 對한 提言. 研究와指導 5(2) : 50-62.
15. 1967. 農村振興廳. 1960-1966 農事試驗研究結果要覽 畚高度 利用에 關한 試驗研究 pp.30-32.
16. 1967. 具千書. 韓國農業의 地域性에 關한 研究. 高麗大 國際農業研究所.
17. 1967. 金丁培 외. 農業地帶別 作付體系의 收益性에 關한 調査. 農業試驗研究 報告書 10(6) : 75-118. 農村振興廳
18. 1967. 延圭復. 우리 나라에 있어서의 좋은 畚作體系. 研究와指導 8(2) 13-17, 農村振興廳
19. 1968. 유한준 외. 畚作作付體系試驗, 慶南農村振興院 農試研報 : 114-119.
20. 1969. 許萬浩 외. 畚前作 馬鈴薯育芽栽培試驗. 忠北農村振興院 農試研報 219-229.
21. 1969. 李載現. 中部地方에서 水稻乾畚直播栽培 技術體系에 關한 研究. 韓國 作物學會誌 7:1-29
22. 1969. 金一海 외. 忠南地方의 油菜栽培에 關한 研究. 農事試驗研究報告書 12(1):125
23. 1970. 周載洪. pvc管을 이용한 濕畚排水에 關한 研究. 韓國農工學會誌 12(2):38
24. 1970. 趙載英 외. 栽培學原論. 鄉文社
25. 1970. 金榮鎭. 畚作青刈飼料作物의 導入에 따른 飼料 및 水稻의 生産性에 關한 研究. 東亞大學校學術論文集.
26. 1970. 이주열 외. 湖南地方의 논 多毛作體系確立에 關한 연구. 農事試驗研究 報告 13(作物編):17-32. 農村振興廳

27. 1973. 정해유, 박승무. 감자育芽栽培가 後作水稻生育에 미치는 影響. 忠北農村振興院 農試研報:117-120
28. 1974. 食糧增産을 위한 作付體系改善方案. 作付體系改善講習會資料:193-240 農村振興廳
29. 1974. 申東完 외. 食糧作物生産圈擴大方案 食糧增産을 主軸으로 한 作付體系改善資料. 農村振興廳
30. 1975. 朴天緒. 作目別土壤管理. 農業近代化 35:88-91. 農業振興公社
31. 1975. 張映熙 외. 米麥2毛作栽培에 있어서의 施肥合理化에 關한 研究. 農事試驗研究報告 17(作物編):85. 農村振興廳
32. 1977. 徐承德, 金熙雄. 低濕畝에 있어서 暗渠排水方法이 作物收量에 미치는 效果에 關한 試驗研究. 韓國農工學會誌 19(3):33-39
33. 1978. 宋錫銀, 金始源, 暗渠排水에 의한 濕畝의 2毛作에 關한 研究. 한국농공학회지 20(2):60-70
34. 1978. 吳旺根. 畝土壤의 管理. 加里研究會
35. 1979. 尹成浩, 安湫棒. 水稻와 麥類를 도입한 畝作付體系에 關한 研究. 趙載英 博士回甲記念論文集:258
36. 1979. 朴文洙 외. 畝裏作 小麥의 播種機械化에 關한 研究. 農事試驗研究報告 21(作物編):65
37. 1980. 趙載英 외. 水稻를 중심으로 한 作付體系에 關한 研究. 孫膺龍博士 回甲記念論文集:203
38. 1981. 韓國農業經濟研究員. 畝利用率提高方案
39. 1982. 金始源. 農業生産基盤整理 및 擴充事業의 課題와 對策 '82 韓國農業科學심포지움:82-99. 韓國農業科學協會
40. 1982. 李殷雄. 우리나라 주요 작물의 作付體系設定을 위한 生産力推定研究. 서울대학 農學研究 7(2):29-47
41. 1982. 李正行 외. 中部地域에서의 作付體系變遷에 關한 研究. 産學協同:82-83 農村振興廳
42. 1982. 李弘秬. 農家所得增大를 위한 田作物의 効果적 導入 方案. 새마을사업 자문위원연구보고서:167-201. 農協中央會
43. 1982. 金竝鉉. 南部地方 畝作體系의 年次間 收量 및 收益變異. 農事試驗研究報告 2(作物編):114
44. 1982. 金炅濟. 農家所得增大를 위한 菜蔬園藝의 効果적 導入 方案. 새마을사업 자문위원연구보고서:167-201. 農協中央會
45. 1982. 朴天緒. 農業生産基盤으로서의 土壤資源의 保全管理. '82 韓國農業科學

- 심포지움:128-143. 韓國農業科學協會
46. 李殷雄 외. 水稻作. 鄉文社
47. 李殷雄 외. 韓國農業技術史. 정민사
48. 1983. 오왕근. 農地資源의 質的管理. '82 韓國農業科學심포지움:44-55. 韓國農業科學協會
49. 1983. 農協中央會. 複合榮農의 開發方向:13-55
50. 1985. 최영원,이호진. 畚裏作 小麥 胡麥의 과종기 시비량 및 예취 방법이 청예수량과 품질에 미치는 영향. 한국작물학회지 30(3):340
51. 1986. 김영수. 한국농업의 작부조직과 그 지역적 특성에 관한 연구:13-150. 전북대학교대학원
52. 1988. 박석홍 외. 논의 高度利用技術體系. '88 농진청심포지움:37-48.
53. 1988. 박래경,이문희. 田畚의 高度利用發展方向. '88 농진청심포지움:3-12
54. 1988. 朴昊基 외. 남부지방에 적합한 사료작물과 水稻作付體系에 관한 研究. 農事試驗研究報告 30(1):33-46
55. 1989. 朴武彦 외. 殖質畚裏作畦立擴散播時 토양수분정도가 과종작업의 능률 및 보리의 收量性. 농사시험연구보고(토양비료편) 31(4):7-15
56. 1989. 姜東柱. 남부지방에서 맥류재배조건이 월동전 청예 및 종실 수량, 농사시험연구보고(전작편) 3(2):61
57. 1991. 菜理. 朴天緒博士研究論文集.
58. 1991. 朴振煥. 벼농사만은 지켜야 한다는 日本人들의 意識. 農協大學農協發展研究所.
59. 1991. 作物試驗場 3年次試驗中 輪換耕地의 作付體系確立에 관한 試驗 - 중부지방에 적당한 輪作體系確立試驗.

3.3 地下水位調節 시험결과

3.3.1 외국문헌을 통한 지하수위별 적정작물의 선정

地下水位에 따른 適正 作物의 선택과 地下水位 管理基準

논의 밭 轉換을 통한 벼 이외의 작물 재배에 있어 중요한 요인의 하나는 濕害이고 이와 관련하여 정상적인 생육에 필요한 地下水位와 安定多收穫에 필요한 地下水位를 밝히고 더욱 채소에 있어서는 品質이나 貯藏性에 미치는 영향을 추구하는 일은 매우 중요한 과제라 할 것이다.

日本の 次城縣 農業試驗場에서 4개년에 걸쳐 논의 밭 轉換에서 야기될 수 있는 濕害 對策을 위하여 地下水位가 연속적으로 변화하는 傾斜圃場에서 작물을 재배하면서 그들의 생육 반응을 조사한 결과는 표 1에 제시된 바와 같다. 일반적으로 地下水位가 50-60cm 정도로 낮으면 대부분의 밭작물 재배가 가능하지만 작물에 따라 適正地下水位는 30cm 전후에서 70cm 전후에 이르는 것으로 나타나고 있다.

이 결과를 보다 구체적으로 살펴보면

(1) 地下水位가 20cm 내외의 조건에서 충분한 생육을 할 수 있는 작물은 토란 정도이며 30cm 이상의 경우에 수량이 높기는 하지만 저장중의 부패가 증가하므로 30cm 이하로 하는 것이 좋다.

(2) 地下水位가 30cm 정도로 낮아지면 생강, 마늘, 양상추, 배추, 수박, 오이, 호박, 가지, 피망, 토마토, 스위트콘, 강낭콩, 콩, 메밀 등이 거의 正常 生育을 할 수 있는데 그 중에서 생강은 40cm 이상에서 黃化하는 개체가 증가하지만 건전한 개체의 품질은 우수하고 잎생강의 출하에는 25 - 40cm가 알맞다. 양상치는 60cm 이상으로 낮아지면 結球가 고르지 못하고 토마토는 腐敗가 증가한다. 그리고 오이는 60cm 이하에서 강낭콩은 80cm 이하로 낮아지면 後期 收量이 떨어진다.

(3) 地下水位가 약 40cm 정도로 낮아지면 春播 당근, 양파, 산마, 숙갓, 양배추, 꽃양배추, 땅콩 등이 충분히 자란다. 그런데 이들 중 極早生 晚播 栽培의 양배추는 60cm 이하로 떨어지면 球徑이 감소하고 均一度가 떨어진다. 그리고 70cm 이하로 낮으면 꽃양배추의 花蕾着生이 不均一하게 된다.

표 1. 밭작물의 작물별 적정 지하수위와 지하수위 관리 기준

작 물 명	바람직한 지하수위			적당 지하 수위(cm)	최적시의 수량(Kg/a)	유 의 사 항
	10	50	100			
토란	-----			28 - 33	350 - 380	30cm 이상에서는 저장에 의해서 썩는 것이 많아짐
생강	-----			25 - 31	220	20cm 이상에서는 수확 후의 생체중 감소가 많음
당근(春播)		-----		40 이하	150	40cm 이상에서는 岐根이 많음
당근(夏播)			-----	60 이하	180	60cm 이상에서는 根色이 나쁨
마늘	-----			32 이하	130	40cm 이상에서는 수확 후의 생체중 감소가 많음
양파		-----		49 이하	600	50cm 이상에서는 건조가 빨리 끝남
산마		-----		41 이하	400	40cm 이상에서는 形狀이 약간 불량해짐
시금치		-----		66 이하	280	20cm 이상에서는 발아 불량
썩갓		-----		47 이하	320	43cm 이상에서는 발아 불량
양배추(夏播越冬)		-----		35 이하	420	外蘆生育에는 48cm 이하가 좋음
양배추(극조생만파)		-----		35 - 55	540	30cm 이상에서는 조짐이 나쁨
배추		-----		36 이하	1080	특별히 없음
양상추	-----			36 - 46	550	지하수위가 낮으면 개체 변동이 커짐
꽃양배추(백색)		-----		70 이하	80	70cm 이상에서는 화퇴증이 가벼워짐
꽃양배추(녹색)		-----		40 이하	70	70cm 이하에서는 개체 변동이 커짐
스위트콘	-----			30 이하	130	裸雌穗重에서는 지하수위가 낮을수록 무거워짐
강남콩		-----		75	70	50cm 이상에서는 후기 수량이 저하됨

표 1. 계속

작물명	바람직한 지하수위			적당 지하 수위(cm)	최적시의 수량(Kg/a)	유의사항
	10	50	100			
수박	-----			71	380	30cm 이상에서는 着果不良, 70cm 이상에서는 果重감소
오이	-----			33	630	수확 개수는 33cm가 가장 많음
호박	-----			32 이하	110	40cm 이상에서는 과실의 접지점에 곰보 증상이 생김
가지	-----			25 이하	800	특별히 없음
피망고추	-----			30 이하	250	지하수위가 높을수록 疫病이 많아짐
토마토	-----			36	620	평균과중은 47cm에서 최고가 됨
팔	전환 밭에는 부적			100 이하	-	1m 가지 낮추어도 14Kg/a의 수량임
땅콩	-----			45 이하	220	上子實量은 50cm까지 최고로 됨
콩	-----			31 이하	30	특별히 없음
메밀	-----			34 이하	18	30cm 이상에서는 발아 불량해 짐
고구마	-----			90	860	수확 후 허물이 벗겨지기 쉽고 부패하기 쉬움
秋播 밀	-----			23 이하	59	62cm 이상에서는 穗長이 짧고 穗數는 약간 적음
秋播 6條보리	-----			66 이하	69	50cm 이상에서는 穗長이 짧아짐
秋播 2條보리	-----			53 이하	71	25cm 이상에서는 短穗花하고 低收로 됨
穀用수수	-----			57 이하	51	50cm 이상에서는 情粒重이 가벼워짐

(4) 지하수위가 60cm 이하로 낮아지면 夏播 당근, 시금치, 꽃양배추, 고구마, 곡용수수 등이 잘 생육한다. 그런데 이중 夏播 당근의 경우에는 지하수위가 낮아질수록 岐根은 증가하지만 뿌리색은 좋아지며 곡용수수는 30cm 이하이면 생육은 좋으나 不妊粒이 증가하고 60cm 이하에서 精粒種實이 일정하게 된다.

(5)秋播麥類는 지하수위가 낮아질수록 出穗期 및 成熟期가 遲延되고 약 60 - 70cm 이하에서는 거의 일정하게 된다. 그리고 穗數 및 穗長은 지하수위가 낮아짐에 따라 약간 증가한다. 그런데 밀은 지하수위가 25cm 정도면 충분한 수량을 올릴 수 있으나 두줄보리는 50cm 이하, 여섯줄보리는 65cm 이하에서 각각 安定 多收穫을 나타낸다.

이상과 같이 작물에 따라 지하수위 변화에 따른 생육반응을 달리하고 또 適正地下水位를 달리한다.

3.3.2 地下水位에 따른 연차적인 土壤特性 변화

土壤 類型의 형성과 발전에는 근본적으로 母材, 氣候와 물, 植生, 地形, 時間 및 人爲的 因子 등이 영향을 끼치게 되므로 현재 어떤 상태에 있는 토양은 이들 因子別 정도의 차이가 있게 작용한 종합적인 결과이며, 또 각 인자의 작용 정도에 따라 理化學的 性狀에 변화를 가져오는 動的인 상태에 있는 것이다. 논이나 밭 또는 山林 土壤과 같은 類型은 자연적 및 인위적 인자의 작용으로 형성된 것이고, 환경과 이용 방식에 따라 조만간 변화가 일어나게 될 것이다.

장기간 논으로서 벼 栽培를 하여온 土壤을 乾畚 狀態나 밭으로 轉換하여 밭작물의 재배에 이용하게 되면 土壤 生成 因子의 변화, 특히 물의 영향이 수개월간의 계속적인 담수 조건에서 自然降雨에 의존하는 일반 밭 조건이 되므로, 새로운 환경에 적응하여 형태적, 화학적 평형을 이루게 될 것이다.

논밭 轉換으로 야기될 수 있는 현상으로는 親水性 膠質物의 불가역적 탈수, 粘着性和 凝集力의 저하로 작물의 재배가 용이하여지고 粒團이 형성되어 保水性和 通氣性이 향상될 것이고 鋤床層이 소실되어 透水性和 뿌리의 신장이 좋아지는 등의 理學的 性狀의 변화이다.

한편, 화학적인 면으로는 Gleit 작용은 중단될 것이고(地下水 水位에 따름), 산화적 환경에서(Eh 값의 上昇) 好氣性 微生物의 활동이 활성화되어 토양 성분이 산화 또는 산화적 분해로 인하여 그 상태가 변화하게 될 것이다. 그 가운데 湛水下에서 蓄積되었던 유기물은 비교적 빠르게 분해되어 유기물 함량이 감소

합과 아울러 질소의 무기화 작용에 의하여 방출량이 늘게 될 것이다.

논이 밭으로 轉換되는 과정은 초기와 후기(또는 熟期)로 어느 정도 구분되어 질 것이나 그 경계가 명확하지는 않을 것이다.

熟田化가 진전됨에 따라 유기물 함량의 低下, 각종 鹽基類의 부족과 불균형, 酸性化의 발전, 연작 장애 그리고 磷酸의 축적도 따라 더해 갈 것이다.

本 試驗은 畚田 轉換 또는 畚田 輪換으로 토지를 이용할 경우 생산 기반인 토양의 성질과 비옥도에 어떠한 변화가 일어나며, 그에 대응하여 施肥와 客土 및 작업 등의 관리 방법과 作付 體系와 같은 이용 방식의 調整을 위한 基礎를 確立하기 위한 것이다.

材 料 및 方 法

土壤 試料는 작물 시험장과 농생대 시험포장의 각 지점에서 골고루 採取하였다. 採取된 試料는 常溫에서 風乾시켰으며, 乾燥된 土壤은 실험 목적 별로 적당한 체로 쳐서 試料로 취하였다. 土壤 pH, 土壤 有機物 含量, 陽이온置換容量(CEC), 有效 磷酸 含量, 置換性 陽이온, 電氣傳導度(EC), 容積 比重을 일반적인 土壤 分析法^{3,7,9,11,12)}에 따라 다음과 같이 分析하였다.

1) 土壤 pH

2 mm 체를 통과한 風乾 土壤 13 g을 conical 비이커에 넣고 65 ml 1N KCl(pH 7) 용액과 H₂O(pH 7)을 가하여 잘 흔들어 섞었다. 1시간 후에 pH meter(Fisher model 600)로 測定하였다.

2) 土壤 有機物

風乾 土壤을 0.5 mm 체로 쳐서 Walkley & Black 방법으로 定量하였다. 토양 시료 1.5 g을 500 ml 삼각 flask에 넣고 1N K₂Cr₂O₇ 10 ml를 가하였다. 진한 황산 20 ml를 가하고 1분간 흔들어 준 다음 30분 동안 열판 위에서 分解하였다. 식힌 후에 증류수 200 ml를 가하고 인산 10 ml와 지시약(diphenylamine)을 넣은 다음 Mohr's solution으로 適定하였다.

3) 陽이온置換容量(CEC)

2 mm 체를 통과한 風乾 土壤 10 g을 500 ml 삼각 flask에 넣고 250ml 1N ammonium acetate(pH 7)를 더하여 1시간 교반하였다. 이를 濾過한 다음 300 ml methanol로 洗滌하였다. 토양을 500 ml 비이커에 옮기고 200 ml 1N

KCl(pH 2.5)을 넣어 잘 저은 후 하룻밤 방치하였다가 濾過하였다. 濾液을 250 ml volumetric flask에 넣고 1N KCl(pH 2.5)로 눈금을 채웠다. 그 중 50 ml를 kjeldahl flask에 넣고 2g MgO powder를 첨가한 다음 즉시 水蒸氣 蒸溜를 하였다. 蒸溜液을 30ml 2% 붕산-지시약(BCG + MR) 혼합액에 받고 이를 0.1N HCl로 適定하였다.

4) 土壤 有效 磷酸

2 mm 체로 친 風乾 土壤 3 g을 시료로 취하여 Bray No.1 법으로 定量하였다. 시료에 침출액(0.03N NH₄F + 0.025N HCl) 21 ml를 가하고 약 1분간 진탕시킨 다음, 이를 濾過하였다. 濾液 2ml, 증류수 5ml, ammonium paramolybdate 용액 2ml, SnCl₂ 희석액 1ml를 잘 섞고 5분 후 吸光度(600nm)를 측정하여 표준 곡선에서 값을 구하였다.

5) 置換性 陽이온

토양 CEC 측정시의 ammonium acetate(pH 7) 추출액을 가지고 Atomic absorption spectrophotometer로 치환성 양이온(Ca, Mg, Na, K)을 分析하였다.

6) 土壤의 電氣傳導度(EC)

風乾土 30g을 250ml 삼각 flask에 취하여 증류수 150 ml를 가한 다음, 한시간 동안 교반하고 沈澱시켰다. 그 上澄液의 EC를 electric conductivity meter(HPK22)로 測定하였다.

7) 容積 比重

각 시험구에서 core sampler로 토양을 採取한 후 oven에 넣어 110°C에서 약 18 시간 동안 乾燥시켰다. desiccator에서 식힌 후 무게를 재어 容積 比重을 구하였다.

結果 및 考察

논을 밭으로 轉換한 시설물 土壤의 pH, 有機物 含量, 有效 磷酸, 電氣傳導度 (EC), 容積 比重과 置換性 陽이온과 陽이온置換容量(CEC)의 변화를 표 2과 3에 나타내었다.

pH는 높아졌으며, 有機物 含量은 약간 감소하는 경향이었고, 有效 磷酸은 다소 증가하였다. EC의 경우에는 일정한 경향성은 보이지 않았다. A 시험구(사양

토)에서는 Ca와 Mg는 증가하였으며, Na는 감소하였고, K는 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. CEC는 대체적으로 증가하는 경향이였다. B 시험구(식양토)에서는 K는 증가하였고, Na는 감소하였으며, Ca와 Mg는 지하수위가 25cm와 35 cm(1,2와 6,7)에서는 증가하였으나 나머지에서는 감소하였다.

표 2. 시설물 토양의 pH, 有機物 含量, 有效 磷酸, 電氣傳導度(EC), 容積 比重 變化

항목	pH(KCl)		pH(H2O)		유기물(%)		유효인산 (ppm)		E C (mmho/cm)		용적비중 (g/cm ³)	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
A 1	4.6	5.0	5.75	6.3		2.41			0.62			
A 2	4.7	5.1	5.9	6.35		1.97	166.8	228.1	0.57	1.18	1.29	
A 3	4.75	5.0	5.9	6.15		1.93			0.54			
A 4	4.65	5.0	5.75	6.3	2.76	1.72		240.5	0.63	1.51	1.28	
A 5	4.7	4.85	5.9	6.1		1.97	148.2		0.64			
A 6	5.2	5.5	5.95	6.55		2.10	253.4		1.68		1.31	
A 7	4.8	5.3	5.8	6.4	1.92	2.52		208.4	1.24	0.44		
A 8	4.8	5.45	5.95	6.5		2.34	200.7		0.95		1.21	
A 9	4.95	5.45	5.9	6.5	2.94	2.34		327.1	1.23	0.34		
A10	4.75	5.45	5.45	6.5		2.03			1.94			
B 1	4.5	4.55	6.0	6.05		1.69	121.2		0.51			
B 2	4.3	4.55	5.95	6.1	1.09	1.10		148.9	0.47	0.58	1.41	
B 3	4.4	4.4	5.8	5.9		1.38			0.46			
B 4	4.4	4.6	5.8	6.2		0.93	133.3	145.2	0.41	0.57	1.34	
B 5	4.6	4.5	5.95	6.2	1.75	1.14			0.44			
B 6	4.7	5.3	6.05	6.6	1.07	1.89	169.0		0.52		1.41	
B 7	4.4	4.9	5.95	6.25		0.86		124.2	0.53	0.48		
B 8	4.4	5.0	5.8	6.3		1.28			0.45			
B 9	4.4	5.1	5.75	6.3	1.12	0.93	146.7	166.3	0.42	0.39	1.40	
B10	4.3	4.95	5.5	6.3		1.00			0.47			

* A : 1992

B : 1993

표 3. 시설물 토양의 置換性 陽이온과 陽이온置換容量(CEC) 變化

항 목	Exchangeable cations (cmol/kg soil**)								CEC(cmol/kg)	
	Ca		K		Mg		Na			
	A*	B	A	B	A	B	A	B	A	B
A 1	3.69	4.38	0.26	1.64	0.57	0.88	0.20	0.19	6.32	
A 2		4.55		0.32		0.85		0.23		7.83
A 3		4.47		0.38		0.86		0.12		
A 4	3.83	4.27	0.27	0.49	0.62	0.76	0.19	0.16	5.74	7.07
A 5		4.13		0.24		0.80		0.12		
A 6		4.88		0.29		1.03		0.15		
A 7	4.53	4.82	0.38	0.19	0.84	0.93	0.26	0.24	6.97	7.58
A 8		4.87		0.28		1.10		0.13		
A 9	4.99	5.03	0.37	0.23	1.00	1.00	0.24	0.16	7.24	7.58
A10		4.82		0.33		1.08		0.09		
B 1	5.10	5.54	0.15	0.47	2.85	3.45	0.28	0.22		
B 2	5.58	5.54	0.16	0.31	3.24	2.88	0.31	0.22	8.84	0.35
B 3	5.59	5.39	0.16	0.25	3.17	3.37	0.30	0.21		
B 4	4.94	4.75	0.15	0.26	2.79	2.06	0.28	0.21		7.83
B 5	4.62	3.39	0.14	0.22	2.21	1.66	0.26	0.13	8.04	
B 6	5.08	5.84	0.15	0.34	2.65	3.17	0.30	0.18		
B 7	5.30	5.95	0.15	0.20	3.16	3.39	0.30	0.24	9.92	0.10
B 8	4.59	4.29	0.14	0.37	2.42	2.07	0.24	0.22		
B 9	4.67	4.14	0.16	0.24	2.58	1.47	0.27	0.20	9.76	6.57
B10	5.51	4.99	0.16	0.28	3.09	2.60	0.31	0.22		

* A : 1992 B : 1993

** 1 cmol/kg = 1 me/100g

CEC에 있어서는 지하수위가 35 cm(2와 7)에서는 증가하고 70 cm(4와 9)에서는 감소하는 경향이였다.

本實驗結果와 비슷하게 金 등²⁾과 柳 등⁵⁾의 시험에서도 토양 pH는 증가하였는데, 金 등²⁾은 이를年間 300 Kg/10a의 消石灰를 施用한 때문이라고 보았다. 有機物 含量은 시험 포장에서와 마찬가지로 약간 감소하는 경향이였으며, 이는 有機物의 分解가 促進되었기 때문일 것이다.

有效 磷酸 含量은 金 등²⁾의 결과와 마찬가지로 증가하는 경향인데, 이들은 施用量 增大와 함께 磷酸의 溶脫이 N, K보다 늦어 蓄積量이 늘어난데다 施用된 堆肥에 의한 土壤中 有效 磷酸 固定 抑制가 그 원인이라 推定하였다. EC 또한 시험 포장에서와 마찬가지로 염류 피해를 우려하지 않아도 될 수준이였다. 置換性 陽이온인 Ca, Mg, K는 金 등²⁾의 결과와 마찬가지로 증가하는 경향이였으며, 특히 B 시험구에 있어서는 지하수위가 25 cm와 35 cm일 때에만 증가하였다. Na는 전체적으로 감소하여 土壤 物理性 改善과 作物 生育에 도움이 되었을 것이다.

논의 轉換 밭 土壤을 다시 논으로 轉換할 경우 계속 논 상태로 지속되었던 곳에 비하여, 유해 성분의 제거, 鹽基의 補給 및 均衡化, 酸性의 矯正, 害蟲의 驅除, 連作 障害의 輕減 또는 解消, 雜草의 抑制 등으로 인하여 수량의 증가를 가져오는 효과가 있게 되므로, 토지의 이용 계획 및 灌排水 사정등을 고려하여 永久 轉換 또는 一定 週期의 輪換을 실행토록 할 것이다. 그에 아울러 토양의 性狀을 세밀히 검토함이 합리적일 것이다.

結論 및 要約

지하수위(25, 35, 50, 70, 100cm)와 토성(사양토, 식양토)을 달리하여 2년간에 걸쳐 작물을 재배하여 토양 이화학성을 조사한 결과 다음과 같았다.

- (1) 전체적으로 pH는 높아졌으며, 유기물 함량은 감소하는 경향이였고 유효인산은 다소 증가하였다.
- (2) 전기전도도(EC)는 일정한 경향을 보이지 않았다.
- (3) 사양토에서는 Ca와 Mg가 증가하였고 식양토에서는 K가 증가하였다.
- (4) Na는 모든 토성에서 감소하였다.

參 考 文 獻

1. 金鯉烈, 趙仁相, 嚴基泰, 閔洪植. 1990. 畚田輪換 形態別 土壤特性 및 作物生

- 産性 變化. 1. 土壤의 物理性 變化. 農試論文集. 32(2):1-7.
2. 金鯉烈, 趙仁相, 嚴基泰, 朴文義. 1991. 畚田輪換 形態別 土壤特性 및 作物生産性 變化. 2. 土壤의 化學性 및 作物生産性 變化. 農試論文集. 33(2):18-23.
3. 農業技術研究所. 1988. 土壤化學分析法. 三美印刷社. 水原.
4. 農業技術研究所. 1991, 1992. 農業科學技術研究開發 試驗研究事業報告書. 農村振興廳. 水原.
5. 柳喆鉉, 金鐘九, 姜鐘國, 李宗植, 申奇浩, 蘇在敦, 朴建鎬. 1991. 河海混成 논 土壤의 畚田輪換에 關한 研究. 農試論文集. 33(1):14-28.
6. 鄭碩在, 玄根洙, 朴昌緒, 趙永吉, 嚴基泰. 1992. 畚田輪換 土壤의 物理性과 作況 比較. 農試論文集. 34(2):1-6.
7. 日本土壤肥料學會. 1986. 土壤標準分析.測定法. 博友社. 東京
8. 渡邊春郎. 1979. 田畑輪換に 伴う 土壤の 變化. 土壤の 物理性. 39:19-29.
9. FAO. 1980. Soil and Plant Testing as a Basis of Fertilizer Recommendations. FAO. Rome.
10. Foth, H.D. 1984. Fundamentals of soil science. 7th ed. John willy & Sons. N.Y. pp 112-113.
11. Jackson, M.L. 1973. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall. New Delhi.
12. Page, A.L., Miller, R.H. and D.R. Keeney. 1984. Methods of Soil Analysis. ACS and SSSA. Madison.

3.3.3 地下水位에 따른 주요 작물의 生育, 收量 및 品質 反應 조사

1. 발작물

(1) 地下水位에 따른 麥類의 生育 및 收量反應.

논을 汎用化하기 위해 投資를 하고 답전유회환재배를 하는 경우 作物栽培는 當연히 大規模機械化 營농을 해야 할 뿐더러 耕地利用度를 높여야 하는데 耕地利用度 향상은 冬季作物栽培를 前提로 하여야 한다. 우리 나라에서 冬作物로 需要

가 제일 큰 作目은 밀과 보리이며, 現在 이들 麥類의 自給度는 매우 낮아 밀의 경우는 自給率이 0.02%에 지나지 않은 실정이며, 보리 또한 국내생산이 극히 저조하여 麥酒麥의 생산만이 어느 정도 이루어지고 있을 뿐이다.

우리 나라에서 麥類의 답리작 栽培는 항상 春季 또는 成熟期의 濕害가 문제 시되어 왔고 보리는 밀보다 濕害에 더욱 약한 것으로 알려지고 있으나 우리 나라 밀, 보리품종을 재배할 경우 地下水位에 따른 生育反應은 研究된 바가 거의 없다.

따라서 本 研究에서는 밀과 보리의 地下水位에 따른 生育 및 收量反應을 밝히고자 실시하였다.

麥類의 濕害는 生育초기보다는 유수형성기로 부터 출수기에 걸쳐 가장 심하게 나타난다. 濕害에 대한 研究는 주로 日本에서 널리 研究되었는데 入澤¹⁾의 報告에 의하면 濕害는 地下水位에 따라 決定되며, 대체로 地下水位 50cm 以上에서는 濕害의 危險性이 있다고 하였으며, 安間 등²⁾은 地下水位의 時期別 變動을 조사한 結果 麥類의 播種時期인 10~11월과 5~6월에 지하수위가 50cm以上이어서 濕害의 危險性이 있다고 하였으며, 또한 밀은 地下水位 25cm以下에서 충분한 收量을 내나 보리는 65cm以下에서 收量의 安全性이 보장된다고 하였다³⁾.

한편 國內의 研究결과에 의하면 徐⁴⁾는 麥類의 豊.凶에 미치는 氣象要因은 주로 溫度와 降水量이나, 溫度보다는 降水量의 影響이 甚하다고 하였으며, 특히 4월상순의 降水量은 麥類의 豊.凶에 결정적으로 影響하여 이 時期의 降雨量이 30mm以上인 年度와 試驗地는 例外없이 凶年이라고 하였으며, 咸⁵⁾등은 보리에서 地下水位를 15, 30, 50cm로 處理한 結果 50cm처리구에 비해 30cm처리구에서는 40%가 15cm처리구에서는 76%의 收量 減少를 보인다고 하였다.

材料 및 方法

1992년도에 砂壤土인 논토양과 埴壤土인 논토양을 각각 채운 구조물에 地下水位를 25, 35, 50, 70, 100cm로 유지관리하면서 試驗하였다. 播種은 1992년 10월 10일에 맥류장려품종인 그루밀(밀)과 올보리(보리)를 세조파(파종거리:30cm x 5cm)로 播種하였다.

調査時期 및 調査項目은 1993년 3월 30일에 월동 후 初期生育인 個體當 草長, 分蘖數, 생체중을 각 土性 및 地下水位別로 30개체씩 조사하였으며, 6월 30일에 각 처리 별로 20개체씩 수확하여 收量構成要素인 稈長, 穗長, 分蘖數, 수수를 조사하였으며, 種實收量은 각 처리 별로 3 위치에서 1m²씩을 Sampling하여 조사

하고 10a當 收量으로 환산하였으며, 각 처리간 차이는 Duncan다중검정을 행하였다.

結果 및 考察

지하수위 처리가 밀, 보리의 초기 생육에 미치는 영향을 보면 표 4에서와 같이 사양토의 경우에 個體當 生體重에 있어서는 地下水位 70cm까지 地下水位가 낮아질수록 草長과 分蘗數 모두 증가하여 生體重의 增加를 가져왔으며, 100cm 地下水位에서는 70cm 地下水位에 비해 분얼수의 減少로 인해 生體重이 減少되었는데 이는 파종후 건조로 인하여 발아와 초기 생육이 지연되어 나타난 결과로 생각 된다.

표 4. 사양토에서의 지하수위처리가 밀, 보리의 初期生育에 미치는 영향.

품종	그 루 밀					올 보 리				
	25	35	50	70	100	25	35	50	70	100
초장(cm) (%)	18.5 (80.8)	19.4 (84.7)	19.8 (86.5)	22.9 (100)	21.3 (93.0)	12.2 (64.9)	12.8 (68.1)	14.4 (76.6)	18.8 (100)	18.2 (96.8)
분얼수 (%)	5.73 (63.0)	6.80 (74.7)	9.10 (100)	8.93 (98.1)	7.70 (84.6)	7.00 (70.7)	9.20 (92.9)	9.80 (99.0)	9.90 (100)	5.02 (50.7)
생체중(g/ 개체) (%)	2.60a (51.3)	2.83a (55.8)	4.25b (83.8)	5.07b (100)	4.23b (83.4)	2.60a (55.0)	2.88a (60.5)	4.11b (86.3)	4.76b (100)	4.09b (85.9)

* : Values noted by the same letter are not significantly different at the 5% level on DMRT.

한편 사양토의 경우에는 표 5에서와 같이 個體當 生體重에 있어서는 砂壤土에 비해 크게 減少하였으며, 地下水位處理에 따른 生長量에서는 그루밀의 경우는 地下水位가 낮아질수록 草長과 分蘗數가 증가하여 개체당 生體重을 增加시켰으며, 올보리에 있어서는 地下水位 70cm까지는 지하수위가 낮을수록 草長, 分蘗數 그리고 生體重이 增加 하였으나 100cm에서는 오히려 분얼수가 減少되고 生體重도 減少되었다.

표 5. 식양토에서의 지하수위 처리가 밀, 보리의 初期生育에 미치는 영향.

품 종	그 루 밀					울 보 리				
	25	35	50	70	100	25	35	50	70	100
지하수위(cm)										
초 장 (cm) (%)	19.6 (87.5)	19.4 (86.6)	21.1 (94.2)	22.4 (96.6)	23.2 (100)	10.3 (67.8)	14.6 (96.1)	14.8 (97.4)	15.2 (100)	14.1 (92.8)
분얼수 (개) (%)	6.40 (71.7)	7.37 (82.5)	7.73 (86.6)	7.90 (88.5)	8.93 (100)	5.97 (59.5)	8.33 (83.1)	9.03 (90.0)	10.03 (100)	8.90 (88.7)
생체중(g/개체) (%)	2.70a (56.4)	2.92a (61.0)	3.64ab (76.0)	3.98b (83.1)	4.79b (100)	1.37a (42.4)	2.40ab (74.3)	2.84b (87.9)	3.23b (100)	3.02b (93.5)

* : Values noted by the same letter are not significantly different at the 5% level on DMRT.

표 6. 사양토에서의 지하수위처리가 밀, 보리의 수량에 미치는 영향.

품 종	그 루 밀					울 보 리				
	25	35	50	70	100	25	35	50	70	100
지하수위(cm)										
간 장 (cm) (%)	71.3 (81.8)	73.7 (84.5)	74.8 (85.8)	87.2 (100)	77.5 (88.9)	79.0 (79.0)	82.3 (82.1)	100.2 (100)	89.0 (88.8)	92.2 (92.0)
수 장 (cm) (%)	7.25 (96.4)	7.33 (97.5)	7.45 (99.1)	7.52 (100)	7.02 (93.4)	3.62 (91.9)	3.78 (95.9)	3.94 (100)	3.88 (98.5)	3.90 (99.5)
분얼수 (개) (%)	5.00 (74.6)	5.50 (82.1)	5.30 (79.1)	6.70 (100)	6.60 (98.5)	4.80 (78.7)	5.40 (88.5)	5.00 (82.0)	6.10 (100)	4.90 (81.3)
수 수 (개) (%)	4.00 (70.2)	4.30 (75.4)	4.50 (78.9)	5.70 (100)	5.60 (98.2)	3.80 (79.2)	4.60 (95.8)	4.50 (93.8)	4.80 (100)	3.90 (81.3)
수량 (kg/10a) (%)	434a (73.3)	545ab (92.1)	577ab (97.5)	592b (100)	550ab (92.9)	232a (56.9)	354ab (86.3)	398bc (97.1)	410bc (100)	367ab (89.5)
예년평균수량	536(전작지)~451 kg/10a(답리작지)					303(전작지)~254 kg/10a(답리작지)				

* : Values noted by the same letter are not significantly different at the 5% level on xDMRT.

수량 및 주요 형질에 미치는 영향을 보면 식양토의 경우에는 표 6에 나타난 바와 같이 밀에서는 地下水位 70cm에서 수량 및 모든 주요 형질이 가장 높게 나타났고 보리에서는 稈長과 穗長은 50cm구에서, 收量과 穗數는 70cm 지하수위에서 가장 많은 것으로 나타나 밀 보리에 약간의 반응 차이는 있으나 대체로 70cm 정도의 지하수위가 적정 조건이라 할 수 있으며 지하수위 25cm구에서는 70cm 지하수위처리에 비해 그루밀에서는 26.7%, 올보리에서는 43.1%의 收量減少를 보여 보리가 過濕條件에서 더 敏感하게 收量 減少 현상을 나타냄을 알 수 있었으며, 보리재배를 위해서는 地下水位는 최소한 50cm 以下, 밀 재배를 위해서는 지하수위가 최소한 35cm 이하이어야 한다고 할 수 있다. 또한 10a當 收量에 있어서는 예년평균수량에 비해 높은 수량을 보였다.

다음으로 식양토의 경우는 표 7에서 보는 바와 같이 收量과 穗數는 밀, 보리 모두 70cm 지하수위에서 가장 높게 나타났고 稈長과 穗長은 밀에서는 50cm, 보리에서는 100cm 지하수위에서 가장 높게 나타났다.

표 7. 식양토에서의 지하수위처리가 밀, 보리의 수량 및 수량에 미치는 영향.

품 종	그 루 밀					올 보 리				
	25	35	50	70	100	25	50	50	70	100
지하수위(cm)										
간 장 (cm) (%)	76.2 (85.4)	78.8 (88.3)	89.2 (100)	85.9 (96.3)	80.2 (93.4)	73.1 (85.6)	77.8 (91.1)	81.9 (95.9)	82.1 (96.1)	85.4 (100)
수 장 (cm) (%)	5.56 (76.4)	6.06 (83.2)	7.28 (100)	7.26 (99.7)	7.07 (97.4)	3.95 (90.8)	4.15 (95.4)	3.98 (91.5)	4.09 (94.0)	4.35 (100)
분얼수 (개) (%)	4.40 (67.7)	4.80 (73.8)	5.50 (84.6)	6.50 (100)	6.20 (95.4)	4.00 (74.1)	4.60 (85.2)	5.10 (94.4)	5.40 (100)	4.10 (75.9)
수 수 (개) (%)	3.80 (67.9)	4.00 (71.4)	4.50 (80.4)	5.60 (100)	4.80 (85.7)	3.30 (75.0)	3.90 (88.6)	4.30 (97.7)	4.40 (100)	3.80 (86.4)
수량 (kg/10a)	382a (76.7)	454ab (91.2)	480b (96.4)	498b (100)	467ab (93.8)	131a (36.2)	268ab (74.0)	339bc (93.6)	362bc (100)	324bc (89.5)
예년평균수량	536(전작지)~451 kg/10a(답작지)					303(전작지)~254 kg/10a(답리작지)				

* : Values noted by the same letter are not significantly different at the 5% level on Duncan Multiple Range Test.

지하수위 25cm 처리에서는 稈長, 穗長, 分蘗數 및 穗穗의 減少가 甚하였는데 밀의 경우는 70cm 지하수위 처리에 비해 23.4%, 보리에서는 63.8%의 收量 減少를 보였다. 砂壤土에서와 같이 過濕時 보리에서 收量減少가 크게 나타났고 적합한 地下水水位는 적어도 보리는 50cm 이하, 밀은 35cm 이하라 할 수 있다. 10a當 收量에 있어서는 最適地下水水位條件인 70cm에서 그루밀은 예년 畚作地 平均收量보다 높았으며, 보리는 예년 田作地 平均收量보다 높았다.

그리고 토성에 따라 지하수위에 따른 생육반응에 通氣性이 좋고 保水力도 좋은 砂壤土에서 식양토에 비해 單位收量이 많았다. 따라서 답전윤환지에서 冬作物을 栽培하려면 埴質土는 모래客土에 의해 土性を 改良함이 바람직 할 것이다.

結論 및 要約

이상의 결과를 종합하여 볼 때 밀, 보리의 最適地下水水位는 토성에 따라 약간의 차이는 있으나 대체로 70cm였고 適合範圍는 보리는 50cm 以下, 밀은 35cm 以下였다. 土성에 있어서는 重粘土나 埴質土의 경우는 모래로서 土性改良을 할 필요성이 있으며, 상대적으로 埴質이거나 地下水水位가 높을 경우에는 밀재배가, 사양질이거나 地下水水位가 50cm 以下에서는 보리 재배가 유리하다 할 것이다.

인용문헌

- 1) 入澤周作.山根忠雄, 1958, 濕田の乾田化に關する研究. 第2報 地下水水位の高低と小麥の生育について. 中國農研 13:39.
- 2) 安間正虎, 1952, 麥類の形態と性狀, 綜合作物學 麥作禾穀之部.地球出版社.
- 3) 農林水産技術會議事務局, 1988, 水田農業の基礎技術-轉換田の主要成果情報.
- 4) 徐亨洙, 1978, 麥類耐濕性에 관한 研究, 第 4報 麥類의 生育時期와 土壤過濕의 影響, 韓國作物學會誌 23(1):26-31.
- 5) 咸泳秀.曹章煥.洪丙燾.河龍雄, 1968, 田 및 畚裏作에 있어서 大小麥增收栽培에 관한 研究. 農振廳 農試研報 11(1):65-74

(2) 地下水水位에 따른 감자의 生育 및 收量 反應

우리 나라에서는 감자를 대부분 식용으로 이용하지만 최근에는 加工食品으로

의 이용이 급격히 증가되고 있다. 감자는 단위 수량이 매우 클 뿐만 아니라 畚前作이나 秋作, 暖地冬作栽培 등 재배 면적의 증대 여지가 크다. 우리 나라에서 감자의 일반적인 작부체계를 보면 平野地帶에서는 가을 채소의 前作으로 가장 많이 재배되고, 畚前作으로도 약간 재배하며, 조기재배 논외의 벼 後作이나 밭에서의 麥後作 등으로 秋作栽培를 하기도 한다. 재배지의 기상조건이나 작부체계에 따라 감자의 재배형이 매우 다양하게 분화되어 있고 감자의 출하기가 매우 분산되어 있어 이용상 유리하다. 감자는 서늘한 기후를 좋아하고, 비교적 낮은 온도에서 지상부의 생육이 왕성하며 괴경의 비대가 양호하여 수량도 많다. 栗原에 의하면 감자의 생육 온도는 10 - 23°C가 알맞다고 한다. 척박한 토양에도 잘 적응하며 부식이 많고 耕土가 깊은 사양토가 가장 알맞지만 사양토에서는 旱害, 점질토에서는 濕害를 입을 우려가 있다. 감자는 비교적 수분 요구량이 많은 편이며(Briggs.Shantz, Shantz.Piemeisel) 알맞은 토양수분은 최대 용수량의 80% 정도라 한다. 감자는 토양 통기가 잘되어야 좋으며, 토양중의 산소량이 19.35%보다 적으면 괴경의 수량이 저하된다 한다(菅原). Smith에 의하면 괴경의 수량은 pH 5 - 7에서 가장 많고, 전분가는 pH 5.5 - 6.5에서 높았다고 한다.

材料 및 方法

공시 품종은 休眠性이 작은 대지로 1993년 7월 24일에 측면이 개방된 비가림 비닐하우스에 모래로 7cm 두께의 育芽床을 조성한 후 종자소독제 호마이로 소독하여 파종 육아를 시작하였다. 이식은 93년 8월 12일에 지하수위 25, 35, 50, 70, 100cm로 조절되는 사양토 및 식양토 시험구에 재식밀도 60 x 30cm로 1주 1본으로 재식하였다. 비료시비는 N-P-K = 10-10-12 Kg / 10a를 전량 基肥로 사용하였다. 이후의 관리는 관행에 준하였다.

結果 및 考察

토성 및 지하수위가 가을감자의 수량에 미치는 영향은 표 8에서 보는 바와 같다. 地下水位가 높을수록 모두 저조한 생육을 보였으며 지하수위간 차이는 사양토시험구에서 눈에 띄게 나타났다. 土性에 관계없이 지하수위 50cm에서 收量이 가장 높았으며 특히 사양토에서 그 차이가 뚜렷하였다. 전체적으로 사양토의 수량이 식양토보다 높게 나타났고 지하수위 25cm에서 수량의 저하가 현저하게 나타났다. 上薯의 평균 무게도 수량과 같은 경향의 반응을 나타내었다. 따라서 土性에 관계없이 地下水位 50cm에서 收量이 가장 높았고 사양토가 식양토보다 수량이 높았으며 適正地下水位는 적어도 35cm 이하로 판단되었다.

표8. 토성 및 지하수위에 따른 가을 감자의 수량

토성	지하수위	總薯收量 (Kg/10a)	上薯收量 (Kg/10a)	上薯率 (%)	상서평균무게 (g)
사양토	25	437.6	343.9	78.6	71.7
	35	2,761.3	2,688.4	97.4	150.9
	50	3,178.1	3,115.6	98.0	199.3
	70	1,771.4	1,698.5	95.9	161.4
	100	1,156.6	1,031.6	89.2	104.2
식양토	25	760.7	687.7	90.4	66.0
	35	979.5	896.1	91.5	87.8
	50	1,469.2	1,385.9	94.3	109.9
	70	885.7	844.9	98.6	91.0
	100	1,000.3	927.4	92.7	83.2

結論 및 要約

지하수위(25, 35, 50, 70, 100cm)와 토성(사양토, 식양토)을 달리하여 가을 감자의 생육 및 수량을 알아본 바 토성에 관계없이 지하수위 50cm에서 가장 수량이 높았으며, 사양토에서 식양토보다 수량이 높았고 적정 지하수위는 적어도 35cm 이하로 나타났다.

참고문헌

1. 조재영 외. 1992. 田作(四訂). 郷文社 pp 390-448
2. 栗原 浩, 西川廣榮. 1961. 馬鈴薯の生育相に関する研究. 日作紀 30(1):101-105
3. 栗原 外. 1973. 馬鈴薯の栽培條件と生育との關係に関する解析的 研究. 東北農試研報 28:143-200
4. Shantz, H.I., L.N. Piemeisel. 1927. The water requirement of plants at Akron. Colo. J. Agric. Res. 34(10):1093-1190
- Smith. O. 1937. Effect of soil reaction on growth yield and market quality of potatoes. Bull. Cornell Univ. Exp. Stn. 664 pp21

2. 사료작물

(1) 土性 및 地下水位에 따른 사료용 옥수수 및 수수의 生育과 收量 反應

材料 및 方法

본 실험은 서울대학교 농생대 부속 실험농장에 설치된 두가지 토성(사양토, 식양토)으로 이루어진 지하수위조절시험구(25, 35, 50, 70, 100cm 조절가능)에서 1993년 5월에서 9월에 걸쳐 수행되었다. 供試作物은 사일리지용 옥수수인 水原 19호와 수수-수단그라스 잡종(P855F)를 사용하였으며, 93년 5월 28일에 각각 2m x 4m 시험구에 60 x 25cm 간격으로 2립씩 점파하고 出芽 후 솟아 주었다. 시비량은 두 작물 모두 20-15-15/10a로 하였으며 질소는 전량 기비로 사용하였다. 수위조절은 파종 후 시작하였으며 비가 온 후에는 浸水가 지속되는 것을 막기 위해서 시험조 안의 물을 뺀 후 다시 물을 공급하여 조절하였다. 식양토 100cm 시험구는 파종 후 수위조절 중의 시험조 누수로 인한 일주일 이상의 浸水가 있었으며 이로 인해 두 작물 모두 出芽에 큰 장애를 입었으며 이 후 생육에도 큰 지장이 있었다. 발아 후 1개월경에 移植하였으나 생육은 회복되지 못했다. 각 포장의 수분함량을 측정하기 위하여 각 포장의 중앙, 15cm 깊이에 gypsum block(Nasco company)을 설치하고 수분함량측정계(KS1, T&J Crump company)를 이용해 93년 6월에서 9월에 걸쳐 강우량이 많았던 날을 제외하고 1~3일 간격으로 수분함량을 측정하였다. 장마기간 및 강우후에는 토양수분이 포화상태인 것으로 간주하여 측정하지 않았다.

結果 및 考察

1) 지하수위에 따른 옥수수, 수수의 生育 및 收量反應

토성의 차이 및 지하수위의 단계적 차이에 대한 作物種間의 반응을 알아보기 위해 수행된 실험중에서 사료용 옥수수의 生育 및 收量反應은 표 9 및 표 10과 같다.

파종기가 늦어졌기 때문에 出絲期도 상대적으로 늦추어졌으며 그 정도는 지하수위가 높아질수록 그리고 식양토 시험구에서 더 심했다. 표 9에서 보는 바와 같이 처리평균간의 다중검정은 10개 시험구에 대하여 수행하였고 방법은 Duncan의 방식을 따랐다. 그 분석된 결과를 보면 옥수수는 사양토에서는 지하

수위 70cm 조절구와 100cm 조절구에서 가장 우량한 생육을 나타내었으며 그보다 지하수위가 높아지면 생육이 저조하였다. 전 생육기간 중의 사양토 시험구의 옥수수 草長變化를 보면 그림 1에서 보는 것과 같이 25cm 시험구를 제외하고 그 이하의 지하수위에서는 모두 정상 草長으로 자랐으나 사양토 시험구에서는 지하수위가 높아질수록 상대적으로 草長이 짧아졌음을 알 수 있다. 각 작물의 생육에 미친 토성 차이 및 지하수위 차이의 영향을 분석한 결과 두가지 효과 모두가 유의하며 2要因간의 상호작용 효과도 존재하는 것으로 분석되었으며 분산분석을 통해 F검정 및 그 가능성을 비교해 보았을 때 토성 차이가 작물의 생육에 보다 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 사양토 25cm, 35cm 시험구의 경우 雌穗 출현개체의 비율도 극히 낮았으며, 실제 종실이 맺힌 개체는 없었다.

Table 9. Growth of maize grown at different water table controlled structure filled with two different soils.

Soil	WT*	ED	SD	PH (cm)	EH (cm)	LF (cm)	WF (cm)	DIA (mm)	ER (%)	LI
Sandy- Loamy	25cm	Jun 3	Aug 4	168.0c †	62.9de	25.9bc	3.2b	1.74e	80.5	8
	35cm	Jun 2	Jul 29	254.5a	112.8ab	35.3ab	4.7ab	2.26bcd	91.6	8
	50cm	Jun 2	Jul 30	253.7a	107.3ab	43.0a	6.2a	2.51abc	88.1	7
	70cm	Jun 3	Jul 28	266.7a	111.3ab	42.5a	5.4a	2.72ab	92.9	6
	100cm	Jun 3	Jul 28	267.4a	122.7a	41.7a	6.2a	2.89a	85.7	6
Clay- Loamy	25cm	Jun 9	-	86.8d	-	20.7c	2.3a	1.42b	16.7	9
	35cm	Jun 9	Aug 14	155.5c	57.5e	27.7bc	3.9a	1.74d	34.5	9
	50cm	Jun 7	Aug 8	216.7b	94.2bc	35.5ab	4.7a	2.22bcd	82.1	8
	70cm	Jun 7	Aug 9	99.8b	82.3cd	34.5ab	4.6a	2.57abc	75.0	8
	100cm	Jun 9	Aug 14	171.7c	67.7de	29.4bc	4.3a	2.00cd	7.1	9

* WT:Controlled ground water table, ED:Emergence Date, SD:Silking Date, PH: Plant Height, EH: Height of Earing node, LF: Length of Flag leaf, WF : Width of Flag leaf, DIA : stem diameter, ER : Emergence Rate, LI : Lodging Index.

† - Column values followed by same letter do not differ significantly at the 0.05 level of probability according to DMRT.

NOTE : The plot controlled 100cm water table of CLAY LOAM soil was flooded over a week soon after sowing, so most of the seeds were not Emerged. At several weeks after the flooding, infant plants of each crop were transplanted from other plots but their growth were not recovered as a normal pattern.

Table 10. Yield of maize grown at different water table controlled structure filled with two different soils.

Soil	WT*	FW (g/ea)	DW (g/ea)	WC (%)	FY (kg/10a)	DY (kg/10a)	GY (kg/10a)	100SW (g)	TDN (kg/10a)
Sandy- Loamy	25cm	36.3de †	83.2de	64.85bc	1428.4	502.1	81.6	22.29bc	187.07
	35cm	577.0b	227.0b	60.63d	3533.2	1391.2	621.7	28.95ab	707.98
	50cm	552.3b	213.1b	61.37d	3250.4	1255.7	613.2	29.8ab	613.62
	70cm	958.0a	374.5a	60.88d	5942.3	2324.9	949.5	34.62a	1156.04
	100cm	940.3a	355.9a	62.23cd	5384.1	2033.3	925.7	36.27a	1017.52
Clay- Loamy	25cm	64.0f	18.6f	70.93a	71.3	20.7	0	-	10.84
	35cm	119.3ef	39.5ef	66.42b	275.2	92.4	0	-	22.97
	50cm	470.3bc	175.3bc	62.66cd	2580.8	963.7	372.0	22.44bc	412.96
	70cm	346.7cd	119.6cd	65.29bc	1736.8	602.8	76.8	21.16bc	196.69
	100cm	296.7cd	89.8de	70.10a	141.6	42.3	2.6	18.32c	48.74

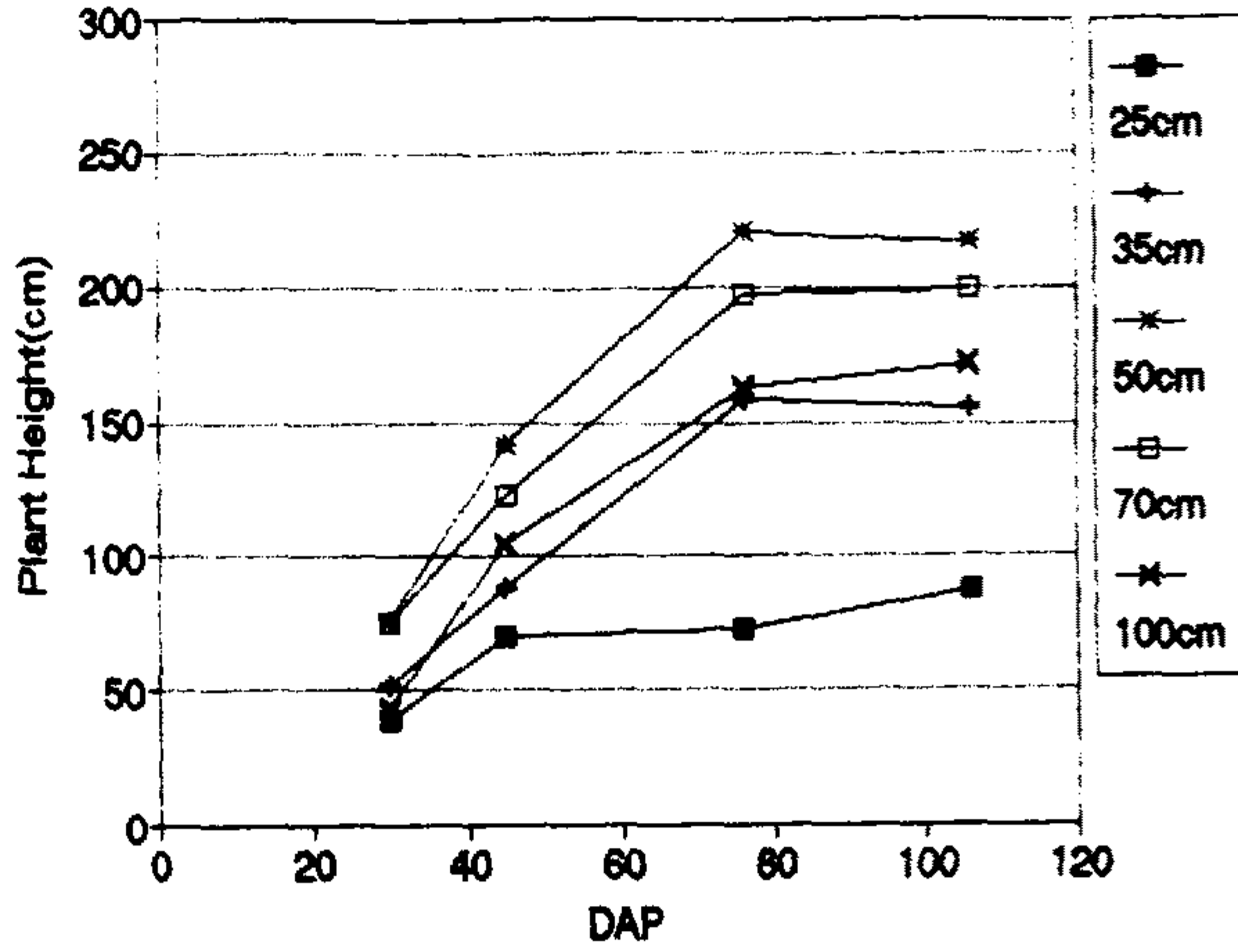
* WT : Controlled ground Water Table, FW : Fresh Wt. per plant, DW: Dry Wt. per plant, WC : Moisture Content, FY : Green Fodder Yield per 10a, DY : Dry matter Yield per 10a, GY : Grain Yield per 10a, 100SW : 100 Seeds Wt., TDN : Total Digestible Nutrient.

† - Column values followed by same letter do not differ significantly at the 0.05 level of probability according to DMRT.

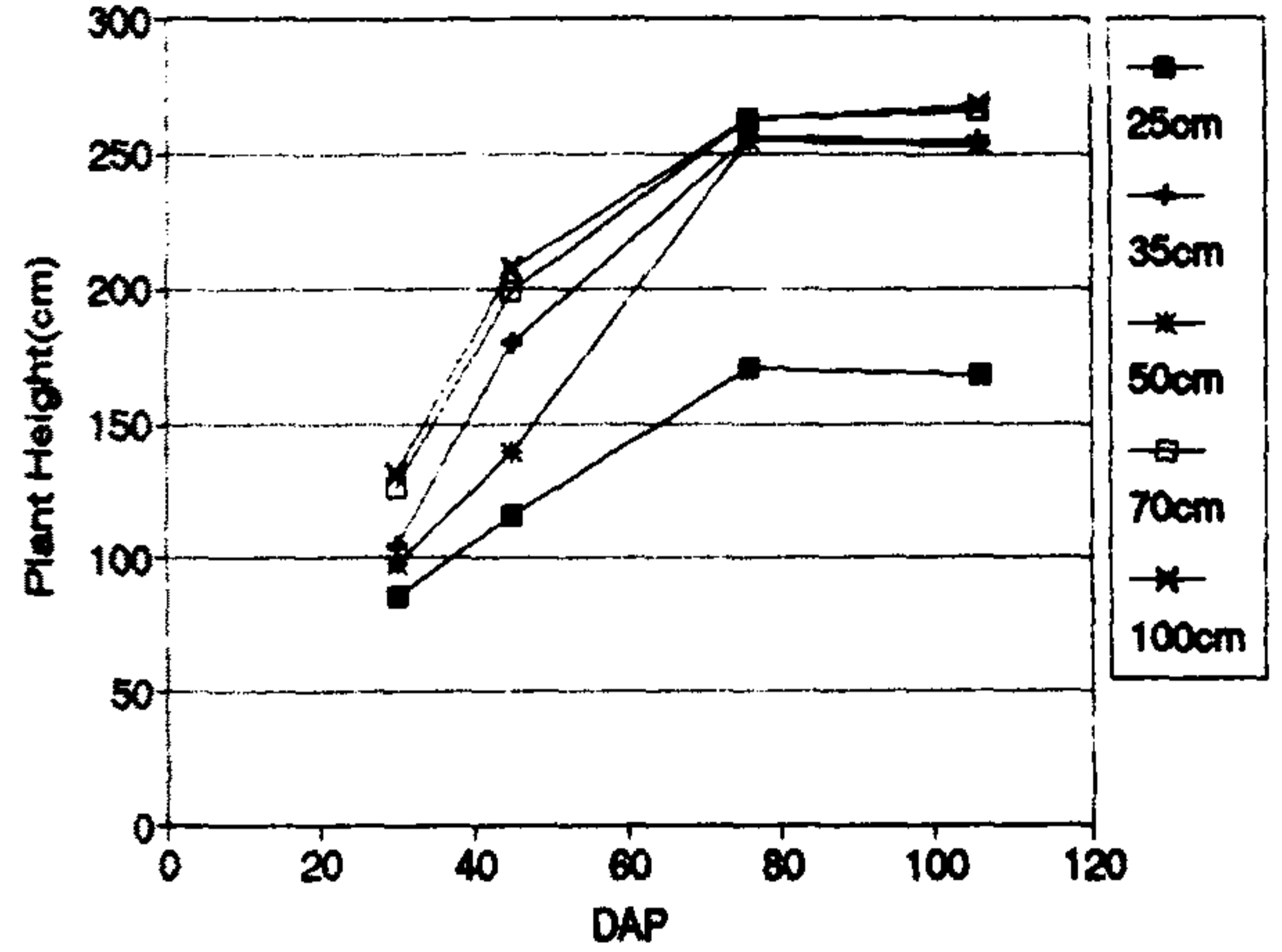
토성 차이 및 지하수위의 단계적 차이에 의한 수수와 수단그라스잡종의 생육 및 수량 반응은 표 11 및 표 12와 같다. 옥수수에 비해 토성차이에 있어서나 지하수위 차이에 대하여 상대적으로 그 변화폭이 작은 것을 알 수 있으며, 통계적으로 검정되지는 않았지만 浸水되었던 식양토 100cm 시험구 및 식양토 25, 35cm 조절 시험구의 전체出芽率에 있어서 옥수수에 비해 월등히 높게 나타났다. 옥수수의 경우 식양토구에서 不稔이 많았던 것에 비해 수수는 생육이 늦어지긴 했어도 生殖生長으로의 轉換이 이루어진 후 적게나마 수정이 이루어진 것을 알 수 있다. 수수는 사양토는 지하수위가 35cm 이상에서, 식양토는 50cm 이상에서 草長이 차이 없이 양호하였다. 사양토 시험구에서는 25cm 조절구를 제외한 나머지 시험구에서는 옥수수와 마찬가지로 생육에 있어서 큰 차이를 보이지 않았다.

수수가 옥수수에 비해 높은 생체수량 및 乾物收量을 나타내게 된 큰 이유는 분얼이 있었기 때문으로 생각된다. 보통 예취를 위해 수수를 재배하는 경우에는 條間 50cm 정도의 조파를 하는 것이 보통인 반면 본 시험에서는 점파를 했기 때문에 상대적으로 분얼력이 왕성했을 것으로 생각되며 수량에 큰 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 보통의 경우 수수는 3회까지 예취 가능하기 때문에 예취 없이 1회 수량만을 검정한 본 시험성적을 다른 보고의 수량성적과 비교하기는 어려움이 있었다.

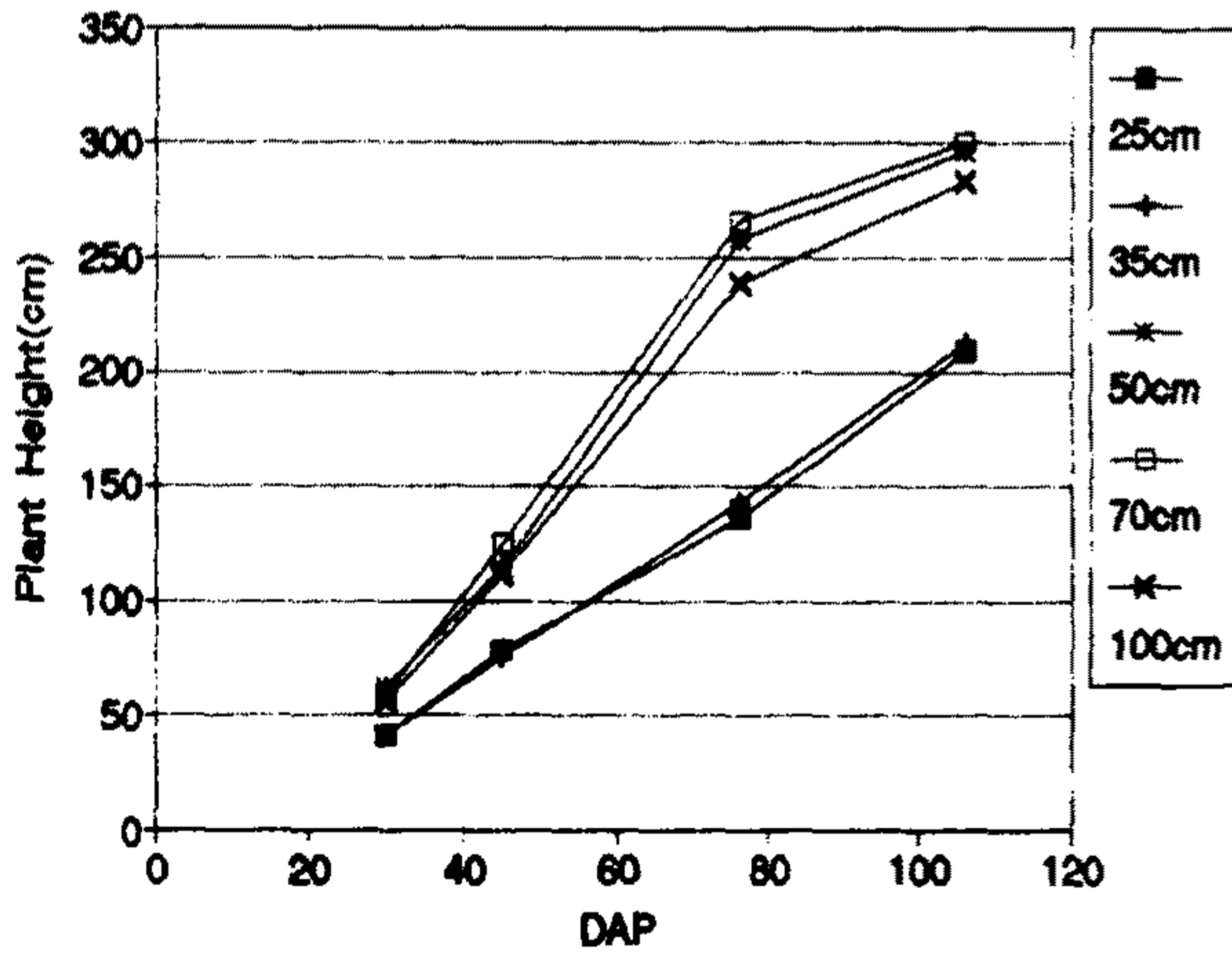
ZEA MAYS
Clay Loam Soil



ZEA MAYS
Sandy Loam Soil



SORGHUM BICOLOR
Clay Loam Soil



SORGHUM BICOLOR
Sandy Loam Soil

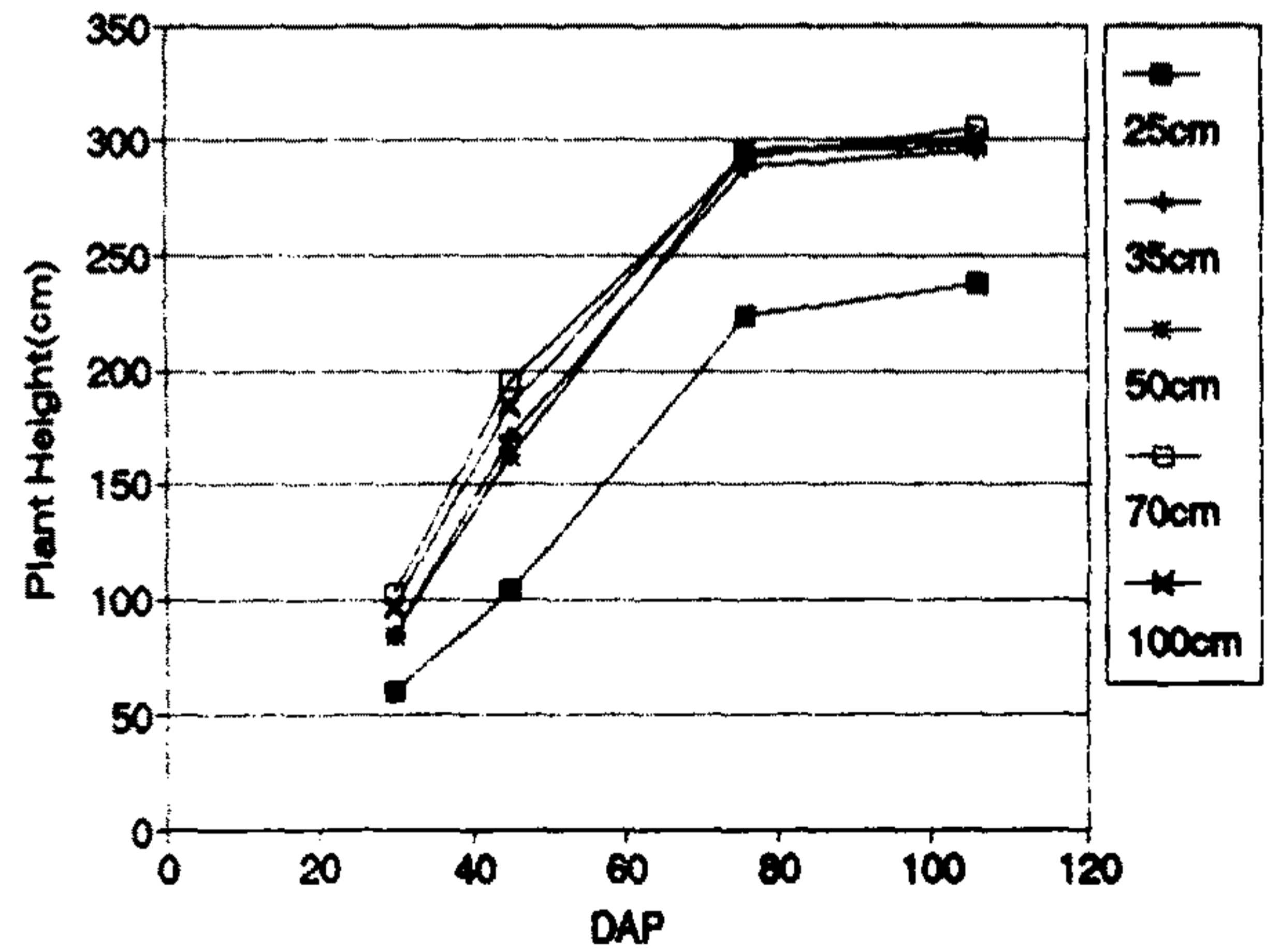


Fig. 1. Variation of plant height of maize and sorghum planted in different water table controlled structure during their growing season.

Table 11. Growth of sorghum-sudanese hybrid grown at different water table controlled structure filled with two different soils.

Soil	WT*	HD	SL (cm)	P L (cm)	LF (cm)	WF (cm)	DIA (mm)	TN	ER (%)	LI
Sandy- Loamy	25cm	Aug 13	203.2b †	34.9ab	34.3bc	5.2ab	1.50a	2.5abc	80.9	9
	35cm	Aug 9	252.2a	42.9a	53.1ab	6.4a	1.66a	2.0bc	83.3	8
	50cm	Aug 5	261.0a	35.8ab	53.6ab	6.7a	1.67a	2.3bc	79.8	8
	70cm	Aug 4	263.3a	40.3a	55.4a	6.8a	1.67a	3.3ab	84.5	7
	100cm	Aug 4	260.7a	39.8a	51.6ab	6.5a	1.69a	3.0ab	77.4	7
Clay- Loamy	25cm	Aug 25	199.0b	26.3bc	22.7c	4.0b	1.28b	1.0c	35.7	8
	35cm	Aug 23	198.5b	23.2c	31.6c	4.3b	1.29b	1.0c	52.4	8
	50cm	Aug 15	262.3a	34.0ab	52.5ab	5.9ab	1.79a	4.3a	83.3	8
	70cm	Aug 16	264.0a	36.5ab	59.1a	6.9a	1.68a	2.7abc	79.8	8
	100cm	Aug 18	247.3a	36.3ab	40.9abc	5.4ab	1.56a	2.7abc	31.0	8

* WT : Controlled Ground Water Table, HD : Heading Date, SL : Stem Length, PL : Panicle Length,

LF : Length of Flag leaf, WF : Width of Flag leaf, DIA : Stem DIAMeter,

TN : No. of tillers per plant, ER : Emergence Rate, LI : Lodging Index,

† - Column values followed by same letter do not differ significantly at the 0.05 level of probability according to DMRT.

Table 12. Yield of sorghum-sudanese hybrid grown at different water table controlled structure filled with two different soils.

Soil	WT*	FW (g/ea)	DW (g/ea)	WC (%)	FY (kg/10a)	DY (kg/10)	GY (kg/10a)	1000SW (g)
Sandy-	25cm	400.0cd †	174.9bc	56.28bc	2163.0	945.7	149.7	14.6b
	35cm	610.3bcd	242.0abc	60.14abc	3397.5	1354.1	376.4	19.3ab
Loamy	50cm	635.0bcd	251.0abc	60.40ab	3383.3	1339.7	420.6	19.1ab
	70cm	1093.7a	400.4a	63.71a	6175.1	2241.1	789.7	24.4a
	100cm	1000.0ab	362.4a	63.75a	5169.0	1873.8	574.1	18.9ab
Clay- Loamy	25cm	243.7d	106.8c	56.09c	581.3	255.2	42.4	15.4ab
	35cm	213.7d	86.6c	56.92abc	747.6	301.9	66.0	10.5b
	50cm	637.7bcd	257.1abc	59.53abc	3549.7	1436.7	290.2	17.1ab
	70cm	802.7abc	298.2ab	62.77a	4276.7	1592.0	274.1	15.8ab
	100cm	620.0bcd	237.6abc	61.91a	1281.9	488.3	82.8	16.6ab

* WT : Controlled ground Water Table, FW : Fresh Wt. per plant, DW : Dry Wt. per plant,

WC : Water Content, FY : Green Fodder Yield per 10a, DY : Dry matter Yield per 10a,

GY : Grain Yield per 10a, 1000SW : 1000 Seeds Wt.

† - Column values followed by same letter do not differ significantly at the 0.05 level of probability according to DMRT.

수수는 浸水되었던 식양토 100cm 조절구에서도 30% 정도의 발아를 보였으며, 생육기간 중에 잦은 침수가 있었고 계속 높은 지하수위가 유지되었던 25, 35cm 조절구에서도 일단 出芽한 개체는 옥수수에 비해 좋은 생육상을 보였으며 표 11에서 보는 바와 같이 생육형질들 간의 평균간 차이가 옥수수에 비해 적은 것을 볼 수 있다. 본 시험의 결과에 따르면 수수가 옥수수에 비해 높은 지하수위, 즉 과습조건에 대한 적응력이 더 높고, 또한 점토함량이 많은 논 토양에서 재배되기에 더 유리하다고 할 수 있다. 수량성적에 대한 분산분석결과에 따르면 토성, 지하수위 그리고 작물종간 차이에 의해서 모두 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다. 그림 2는 옥수수 및 수수의 생육기간 중 각 시험조 수분함량의 경시적 변화를 圖示한 것이다.

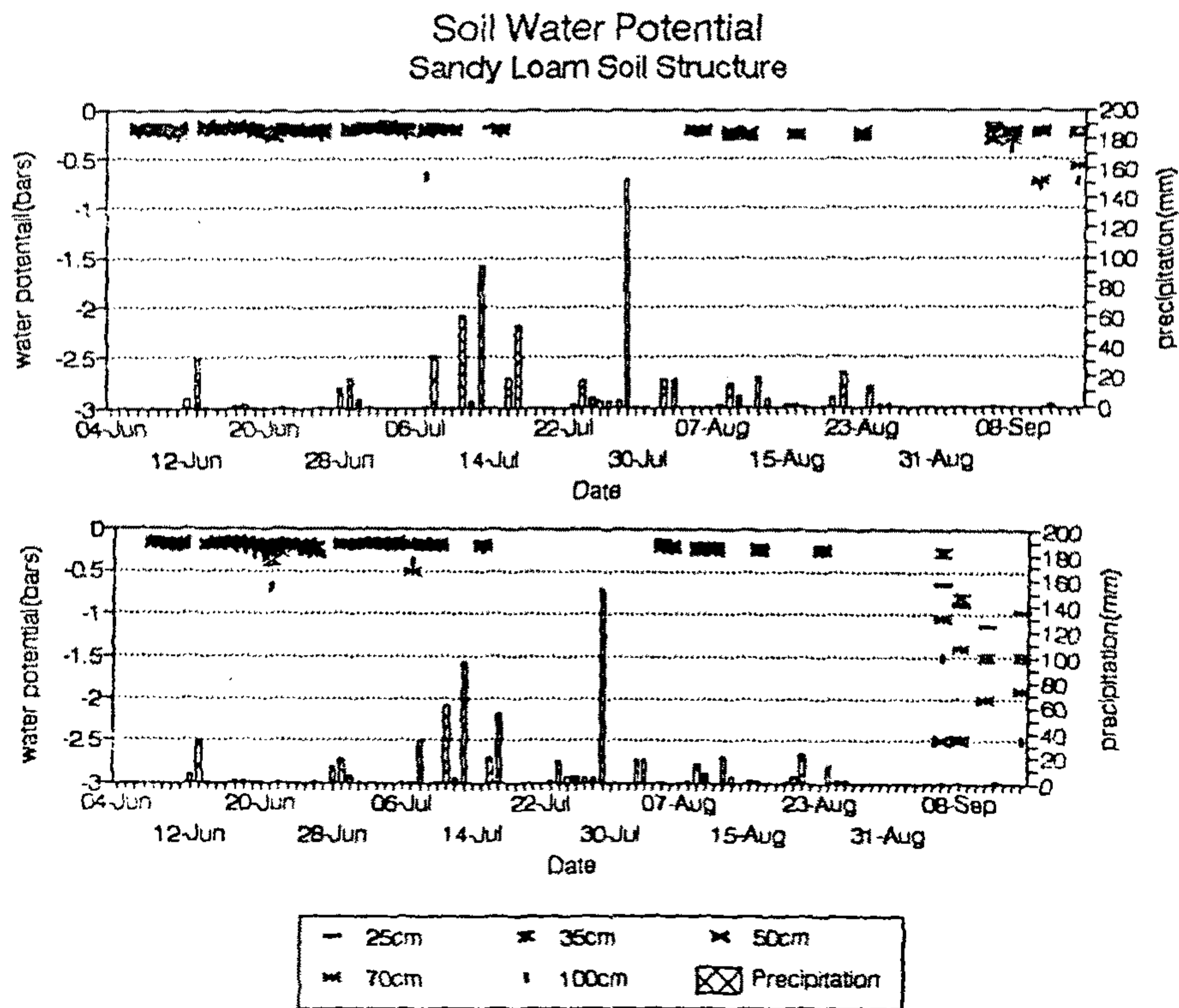


Fig. 2. Variation of soil water potential of experimental structure during the growing season.

白倉(1987)은 옥수수는 地下水位 40cm 이하, 수수는 지하수위 30cm 이하에서 정상적인 생육을 보인다고 보고하였고, 靑田 등(1985)은 식질토양 초기의 윤회밭에서 4년간 옥수수와 수수에 대한 재배시험에 대한 보고에서 윤회 첫해부터 꾸준히 높은 수량은 나타낸 것을 수수였고, 시험된 종들 중에서 연간변이가 가장 심했으며 收量性이 떨어진 것은 옥수수였다고 하였으며 수수는 배수가 좋지 않은 殖質 輪換田에서 가장 안정한 작물일 것이라고 하였는데 이는 본 실험의 결과와도 일치하는 것이다. 그러나 1992년에 두가지 논 토양에서 수행되었던 수수재배시험 성적에 따르면 수수 역시 토성의 차이에 의해 유의한 수량 차이를 보이는 것은 마찬가지였으며, 1993년 옥수수의 포장시험 결과와 비교해 볼 때 그 차이 정도가 유사한 것으로 나타나 실제 포장에서의 연차적 수량변이의 검정보다 구체적 접근이 필요할 것으로 생각된다.

結論 및 要約

수위조절시험조에서 옥수수와 수수를 심어 지하수위에 따른 생육과 수량반응을 조사하였다.

(1) 옥수수와 수수 모두 사양토 시험조에서는 35cm 이하에서, 식양토 시험조에서는 50cm 이하에서 비교적 정상적인 생육을 보였으나, 점질 토양에서는 지하수위에 관계없이 생육과 수량이 불량하였다.

(2) 수수가 옥수수에 비해 점질 토양 적응성과 습해에 대한 저항력이 컸다.

(3) 두 작물 모두 토성 및 지하수위 두 요인에 의해 크게 영향을 받는 것으로 나타났으며, 토성 차이가 보다 큰 것으로 분석되었다.

인용문헌

1. 김동암 등. 1991. 수단그라스, 수단그라스잡종 및 수수-수단그라스잡종의 사초 생산성 V. 수단그라스계 장려품종의 비교. 한초지 11(4):258-263.
2. 이석순, 박근용, 정승근. 1981. 파종기가 종실 및 사일레이지 옥수수의 생육기간 및 수량에 미치는 영향. 한작지 26(4):334-343.
3. 이호진 외, 1992 新制 飼料作物學 郷文社.
4. 白倉治一. 1987. 水田轉換畑の 排水法. 農業および 園藝 62(4):518-526.
5. 靑田精一, 渡邊好昭, 石田良作. 1985. 低濕重粘土水田の轉換畑における飼料作物の生育特性. I. 轉換初期における生育, 收量の種間差. 日草誌 30(4):389-395.

3. 채소

토성 및 地下水位에 따른 양배추의 생육

벼 재배가 이뤄지던 논을 효율적으로 이용하기 위해서는 다양한 각종 작물의 도입으로 유향 공간을 최소화하고, 그 재배환경에 적합한 작물의 선발과 작물에 적합한 재배조건으로의 기반확충을 통하여 생산성 향상을 꾀할 수 있을 것이다. 그 동안 전작물은 벼 休耕期에 답리작으로 몇가지 작물만이 재배되었으며 배수가 잘 되는 土質이거나 천수답과 같은 논에서 전작물이 재배되어 오기도 하였다. 그렇기 때문에 1기작의 단순한 기존의 벼재배 작형에서 탈피하고 다양한 재배작물의 도입과 재배기술의 적용에 관한 연구가 미흡한 실정이다. 토지이용율을 높이고 토지생산성을 향상시키며 작물의 안정적 생산을 위해서는 관개시설의 확충, 토질 개선 및 재배법의 개발이 필요하다. 본 실험은 적합한 재배토양조건과 지하수위를 구명하기 위한 기초자료를 얻고자 지하수위와 토양을 달리하여 양배추의 생육 반응을 조사하였다.

材料 및 方法

서울대학교 농업생명과학대학 부속실험농장에 설치되어 있는 가로 및 세로의 크기가 각각 4m이고 높이가 2m 크기의 콘크리트 성형 탱크에 하부에 배관시설을 설치하여 給水 및 排水가 잘 되도록 하고 砂壤土 및 埴壤土를 채웠다. 水位調節은 베드 높이에 설치된 물탱크로부터 給水管을 통하여 공급되었다. 水位는 물을 底面에서 供給하여 25, 35, 50, 70 및 100 cm의 5수준으로 하였다.

興農 種苗에서 육성 보유하고있는 양배추(#238, #34)를 분양 받아 草長이 5cm이고 葉數가 5매인 苗를 60 x 60 cm간격으로 1993년 8월 20일 定植하였다. 1993년 11월 5일에 收穫하여 球高, 球幅 및 球重을 調査하였다.

結果 및 考察

토성 및 지하수위에 따른 양배추의 생육은 표 13에 나타나 있다. 지하수위에 관계없이 식양토에서보다는 사양토에서 球徑이 컸는데, 이것은 토성의 차이보다는 토양의 비옥도의 차이에서 기인된 것으로 판단되었고 지하수위에 따른 생육에서도 사양토에서 25cm구에서 浸水 피해에 의해 고사하였다.

표 13. 토성 및 지하수위에 따른 양배추의 생육.

토질	지하 수위 (cm)	#238				수량 (kg/10)	#34				수량 (kg/10a)
		球高 (cm)	球幅 (cm)	球形指數	球重 (g)		구고 (cm)	구폭 (cm)	구형지수	구중 (g)	
사양토	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	35	14.3	19.5	0.73	2080.0	5241	13.5	17.5	0.87	1866.7	4704
	50	14.3	19.0	0.75	1920.0	4838	14.5	17.7	0.82	1813.3	4569
	75	15.2	19.7	0.77	1920.0	4838	14.7	17.5	0.84	2086.7	5258
	100	14.0	18.5	0.76	1853.3	4670	12.3	13.2	0.93	853.3	2150
식양토	25	11.3	12.5	0.90	520.0	1310	11.7	13.2	0.89	886.7	2234
	35	10.5	13.0	0.81	666.7	1680	12.2	13.8	0.88	1006.7	2536
	50	10.0	9.8	1.02	350.0	882	11.5	15.0	0.77	1000.0	2520
	75	11.2	12.7	0.88	733.3	1847	10.7	12.3	0.87	720.0	1814
	100	14.0	18.3	0.77	1640.0	4132	13.0	15.5	0.84	1308.3	3296

식양토와의 차이는 블록에 채워진 흙이 식양토구에서는 충분하여 물이 흘러가기 때문에 冠水 피해가 없었기 때문이며, 25cm구에서만 피해가 큰 것은 강우의 정도가 35cm구까지는 영향을 미칠 정도는 아니었기 때문이다. 球重의 정도는 두 품종 모두 대조구(100cm구)에서 가장 작았고 球의 형태에서는 #238이 #34보다 球形指數가 작았고 球幅이 컸다. 식양토에서는 지하수위에 의한 차이보다 모의 소질 또는 작토층의 불균일에 따른 영향이 커서 지하수위에 따른 차이는 구별할 수 없었다. 또한 구의 형태는 #238에서 사양토에서보다 식양토에서 구형지수가 대체로 크고 거의 구형을 이루고 있었다. sweet corn에서는 지하수위를 달리한 실험에서 地下水位를 일정하게 고정 한 처리에서는 지하수위가 낮을수록 草長, 葉面積, 葉數가 크거나 많고, 지하수위 조정구에서는 55cm -> 45cm구에서 가장 컸고, 수량은 지하수위 15cm구에서 가장 작았다고 하였고³⁾ 같은 장소에서의 1992년의 토마토, 배추 및 무의 실험에서의 결과와 같이 浸水되어 완전히 고사한 球를 제외하면 지하수위가 높은 곳에서 초기 생육이 좋았으나 1993년의 토양수분 조건이 일반적으로 채소의 생육에는 유리한 상태였으므로 지하수위에 의한 생육의 차이는 크게 나타나지는 않았다. 따라서 우리나라와 같은 여름의 집중강우가 있는 조건에서는 노천상태에서의 지하수위 조절 시험이 소기의 목적을 달성하기가 어려울 것으로 생각되었다.

본 실험의 수행 목적은 논 轉換 밭에서의 채소의 생육을 조사하는 것 뿐 아니라 토성에 따른 생육도 알아보는 것인데, 여름철 재배시의 많은 강우로 인하여 토성 자체에 의한 생육의 차이보다는 포장상태의 배수 및 지하수위에 의한 생육의 차이가 크게 나타나 근본적인 재배조건을 개선하지 않는 한 경제적인 재배는 어려울 것으로 판단되었다. 논을 밭으로 轉換한 포장에서 채소작물을 재배할 경우 가장 큰 문제중의 하나가 浸水の 문제로 생각되는데 본 실험의 결과, 여름철 장마기간의 잦은 강우는 배수가 불량한 논에서 채소작물을 재배하는데 큰 장애요인이 될 것으로 판단되었다. 그러므로 앞으로 논 전환밭에서 원예작물을 재배를 하기 위하여는 이에 대한 적절한 대책이 강구되어야 할 것으로 생각된다.

토성에 따른 피해정도에 있어 사양토의 경우가 식양토에 비해 피해가 적었던 점으로 보아 논토양의 토양개량과 배수시설의 적절한 설치 등으로 이러한 피해를 어느 정도 막을 수 있다는 가능성을 시사해 주는 결과라고 생각된다.

結論 및 要約

농경지 생산성 提高를 위한 기초자료를 얻기 위하여 지하수위를 25, 35, 50, 70 및 100cm로 조절되는 실험구에서의 양배추의 생육 및 수량반응을 알아보기 위하여 실시한 바 양배추는 사양토에서의 25cm구에서는 浸水에 의해 식물이 전부 고사하였고 대조구보다는 35cm, 50cm 및 70cm구에서 생육 및 수량이 다소 좋았고 식양토에서는 처리간에 차이가 거의 없었다.

인용문헌

1. 荒木 陽一, 山田 看, 劍持 謙二, 1992. 輪換田における地下水位制御による高品質野菜生産技術の開発. 第1報地下水位上昇の有無がスイートコーンの數量,品質に及ぼす影響. 園學雜 62別1:270-271.
2. Bradford, K.J. and D.R. Dilley., 1978. Effect of root anaerobiosis on ethylene production, epinasty, and growth of tomato plants. Plant Physiol. 61:506-509.
3. 김이열, 조인상, 엄기태, 민홍식. 1990. 답전유회 형태별 토양특성 및 작물생산성 변화. 1. 토양의 물리성 변화. 농시논문집(토양비료)32(2):1-7.
4. 김이열, 조인상, 엄기태, 박문희. 1991. 답전유회 형태별 토양특성 및 작물생산성 변화. 2. 토양의 화학성 및 작물생산성 변화. 농시논문집(토양비료)

33(2):18-23.

5. 농협연감. 1993. 농업협동조합중앙회.

6. 박창영, 박은호, 노영팔, 정연태, 이수관. 1991. 담전유회지의 토양특성변화. 1. 토양물리성 변화. 농시논문집(토양비료)33(3):73-80.

3.3.4 地下水位에 따른 연차적 生態環境(잡초)변화 조사

延 등(1992)에 의하면 국내의 耕作地 종류별 잡초 발생 草種에 있어서는 논인 경우 18과 29종, 밭의 경우 46과 216종이 발생한다고 하며, m^2 당 잡초발생량에 있어서는 논인 경우에는 19.3g인데 비해 밭에서는 60.3g으로 밭에서의 잡초발생이 많을 뿐만 아니라 다양하다고 한다.

또한 담리작 포장에서는 田作地에서 상대적으로 발생량이 적었던 越年生 잡초인 독새풀, 벼룩나물, 별꽃, 냉이, 마디풀 등이 多發生한다고 한다.

한편 日本의 전문가귀국보고에 의하면 담전 유회시 잡초발생의 변화는 논을 밭으로 轉換 1년차에는 들피, 참방동산이, 밭뚝외풀, 논뚝외풀, 한련초, 여뀌바늘, 마디꽃 등이 多發生한다고 하며, 排水가 양호한 논에서는 밭으로 轉換한 후 3년 이상이 경과되면 보통 밭과 유사한 雜草群落이 형성되나 배수가 불량한 논에서는 잡초種의 교차가 늦어진다고 하며, 구연충 등(1990)에 의하면 논인 乾畚 栽培때에는 피, 바랭이, 가막살이, 조개풀, 자귀풀 등의 1년생 습생잡초가 多發生된다고 한다. 또한 Kusanagi 등(1988)의 보고에 의하면 논을 3년 동안 밭으로 전환시 대부분의 다년생 수생잡초는 地下莖의 수분 결핍에 의해 고사하였으나 올방개의 지하경과 올챙이고랭이의 종자는 3년째까지 생존함으로서 논으로 재 전환시 문제 잡초로 등장할 수 있다고 하였다.

장영희 등(1990)은 토성에 따른 잡초발생량에 있어서는 양토나 식양토에서 사토나 식토에 비해 잡초발생량이 많다고 하며, 延 등(1992)은 배수가 양호한 밭일수록 잡초가 다양하게 발생한다고 하였다.

따라서 본 연구는 토성 및 지하수위에 따른 잡초발생량의 연차적 변이를 파악하고자 수행되었다.

材料 및 方法

地下水位에 따른 雜草發生量의 변화는 사양토를 채운 시험조에 지하수위를 25, 35, 50, 70, 100cm로 유지한 후 콩 재배지에서 1年次에는 夏季雜草를 중점으로 조사하였으나 본 시험인 2年次에는 사양토와 식양토를 채운 시험조에 1992년 10월 10일에 麥類를 파종한 후 冬季 및 春季雜草發生을 알아보려고 1993년 4월 12일에 500cm² Quadrat를 이용하여 각 지하수위별로 발생하는 잡초개체수를 24회 조사하여 토성 및 지하수위에 따른 잡초발생량의 변화를 조사하였다.

結果 및 考察

(1) 지하수위에 따른 사양토와 식양토에서의 雜草發生量의 變化

지하수위처리별 잡초발생량에 있어서는 표 14에서와 같이 사양토나 식양토 모두에서 지하수위가 높을수록 잡초발생량이 많았으나 잡초발생 草種數에 있어서는 사양토에서는 지하수위가 높은 처리구에서 雜草種類가 많은 반면 식양토에서는 지하수위가 낮은 처리구에서 발생하는 잡초종류가 많은 경향을 보였으며, 또한 지하수위에 따른 발생잡초의 生態型 차이에 있어서는 사양토에서는 지하수위가 낮아질수록 乾地生態型 잡초의 構成比가 증가한 반면에 식질토에서는 지하수위처리에 관계없이 잡초의 생태형 분포비는 거의 일정하여 같은 지하수위 일지라도 토성의 通氣性과 保水性 등의 원인으로 잡초의 발생양상이 변화됨을 알 수 있었다.

한편 잡초발생량의 類似性에 있어서는 표 15에서와 같이 지하수위처리보다는 토성에 따른 유사성 係數가 큰 것으로 나타나 아직까지도 토성의 차이인지 아니면 포장차이인지를 명확히 규명하기는 어려웠다.

年次間 변화에 있어서는 1992년도에는 夏作期의 잡초발생을, 今年度에는 봄의 잡초발생을 조사한 결과 92년도에 비해 잡초발생개체수는 사양토와 식양토 모두에서 급격히 줄어들었으며, 지하수위가 낮아짐에 따라 잡초발생수의 감소폭이 커져 草種이 단순화되었다(표 14). 또한 사양토에서의 지하수위간 유사성 계수에 있어서는 표 15에 나타난 바와 같이 지하수위 차이가 낮을수록 1992년에 비해 유사성 계수가 작아짐으로서 지하수위에 따른 잡초군락이 변화됨을 보였다.

표 14. 지하수위에 따른 사양토와 식양토에서의 잡초발생량의 변화
(개체수/2,500cm²)

지하수위(cm)	25		35		50		70		100	
잡초명(과명)	사양토	식양토	사양토	식양토	사양토	식양토	사양토	식양토	사양토	식양토
독새풀(화본) <습지>(%)	32.7 (23.0)	9.8 (41.6)	27.9 (26.1)	8.1 (43.8)	21.0 (31.2)	5.0 (39.3)	18.3 (36.7)	4.8 (39.7)	13.5 (30.0)	4.0 (32.8)
벼룩나물(석죽) <반습지>(%)	100.8 (70.9)	4.2 (17.7)	66.7 (62.3)	3.5 (19.1)	40.6 (60.2)	2.3 (18.0)	21.5 (42.9)	1.7 (13.8)	19.8 (43.8)	1.9 (15.5)
속속이풀(십자화) <반습지>(%)	3.8 (2.8)	6.5 (27.4)	4.4 (4.1)	4.4 (23.6)	0.8 (1.2)	3.5 (27.9)	1.3 (2.5)	3.1 (25.9)	1.9 (4.1)	2.9 (24.1)
황새냉이(십자화) <습지>(%)	3.8 (2.6)	-	2.7 (2.5)	-	2.7 (4.0)	0.4 (3.3)	4.4 (8.8)	1.0 (8.6)	4.8 (10.6)	1.7 (13.8)
냉 이 (십자화) <건지>(%)	-	-	0.6 (0.6)	-	-	-	1.5 (2.9)	-	1.0 (2.3)	-
망 초 (국 화) <건지>(%)	0.8 (0.6)	3.1 (13.3)	3.1 (2.9)	2.5 (13.5)	2.3 (3.4)	1.5 (11.5)	3.1 (6.3)	1.5 (12.1)	4.2 (9.2)	1.7 (13.8)
주 름 잎(현삼) <습지>(%)	0.2 (0.1)	-	1.0 (1.0)	-	-	-	-	-	-	-
누운주름잎(현삼) <습지>(%)	0.2 (0.1)	-	0.6 (0.6)	-	-	-	-	-	-	-
합 계 (%)	142.3 (100)	23.5 (100)	107.1 (100)	18.5 (100)	67.5 (100)	12.7 (100)	50.0 (100)	12.1 (100)	45.2 (100)	12.1 (100)
습지 및 반습지형 (%)	141.5 (99.4)	20.4 (86.7)	103.3 (96.5)	16.0 (86.5)	65.2 (96.6)	11.3 (88.5)	45.4 (90.8)	10.6 (87.9)	40.0 (88.5)	10.4 (86.2)
건 지 형 (%)	0.8 (0.6)	3.1 (13.3)	3.8 (3.5)	2.5 (13.5)	2.3 (3.4)	1.5 (11.5)	4.6 (9.2)	1.5 (12.1)	5.2 (11.5)	1.7 (13.8)
합 계(5과8종)	5과7종	4과4종	5과8종	4과4종	4과5종	4과5종	4과6종	4과5종	4과6종	4과5종

표 15. 지하수위에 따른 사양토와 식양토에서의 잡초발생량의 유사성 계수

지하수위(cm)	25		35		50		70		100		
토 성	사양토	식양토	사양토	식양토	사양토	식양토	사양토	식양토	사양토	식양토	
25cm	사양토	100	22.4	82.0	20.2	63.0	15.6	47.5	14.8	40.0	14.6
	식양토		100	32.9	88.1	37.5	67.8	49.9	61.9	55.2	58.5
35cm	사양토			100	29.5	77.3	21.2	60.5	20.3	54.7	20.3
	식양토				100	34.4	78.7	44.9	72.1	50.3	68.0
50cm	사양토					100	24.9	77.7	24.6	69.5	25.1
	식양토						100	33.2	92.4	38.1	85.7
70cm	사양토							100	32.9	90.6	33.6
	식양토								100	37.8	91.4
100cm	사양토									100	38.5
	식양토										100

結論 및 要約

地下水位를 25, 35, 50, 70, 100cm로 달리하고 토성을 식양토와 사양토로 조성한 시험조에서의 雜草發生량을 조사한 결과 다음과 같다.

- (1) 지하수위가 높을수록 잡초 발생량이 증가하였다.
- (2) 지하수위에 따른 발생 잡초의 生態型 차이는 사양토에서는 지하수위가 낮을수록 乾地生態型 잡초의 구성비가 증가하였으나 식질토에서는 지하수위 처리에 관계없이 일정했다.
- (3) 2년차 실험에서도 잡초발생량의 類似性係數에 있어 지하수위 처리보다도 토성에 따른 유사성계수가 컸다.
- (4) 사양토에서의 지하수위간 유사성 계수에 있어서 1년차에 비해 2년차에 지하수위 차이가 클수록 유사성 계수가 작아졌다.

참 고 문 헌

- 1) 연구복.권용웅외 8인, 1992, 한국의 밭잡초.
- 2) 일본전문가 귀국보고(한국농경지 고도이용연구계획), 1992, 한,일농업공동연구단.
- 3) 구연충.박광호.오윤진, 1990, 벼 건답직파재배에 따른 잡초군락의 변화, 한국잡초학회지 별책 12(2):58~60.
- 4) Kusanagi, kokuichi, 1988, Biology and Control of perennial Weeds in paddy field, KSWS 8(2):114~123.
- 5) 장영희.김창석.연구복, 1990, 최근 한국의 전작지 잡초발생 분포에 관하여, 한국잡초학회지 9(2):123~129.

3.4 논의 밭 轉換 포장에서 作物栽培 시험

3.4.1 기상개황

1993년의 氣溫概況을 보면 1월부터 3월까지의 平均氣溫이 높은 경향이었고 4월 중순은 예년에 비해 기온이 무척 낮았으며 7월 중순부터 8월의 한여름은 예년보다 기온이 상당히 낮았다.

다음으로 降水量은 1월과 2월은 가물었으며 3월과 4월은 비가 적었고 5월, 6월은 비가 자주 내리고 또 많이 내리는 특이한 상황이었으며 7월의 장마철 및 8월의 한여름에는 비가 자주 내리고 降水量이 많음과 더불어 低溫 현상과 日照량이 예년보다 적은 기상을 나타내었다.

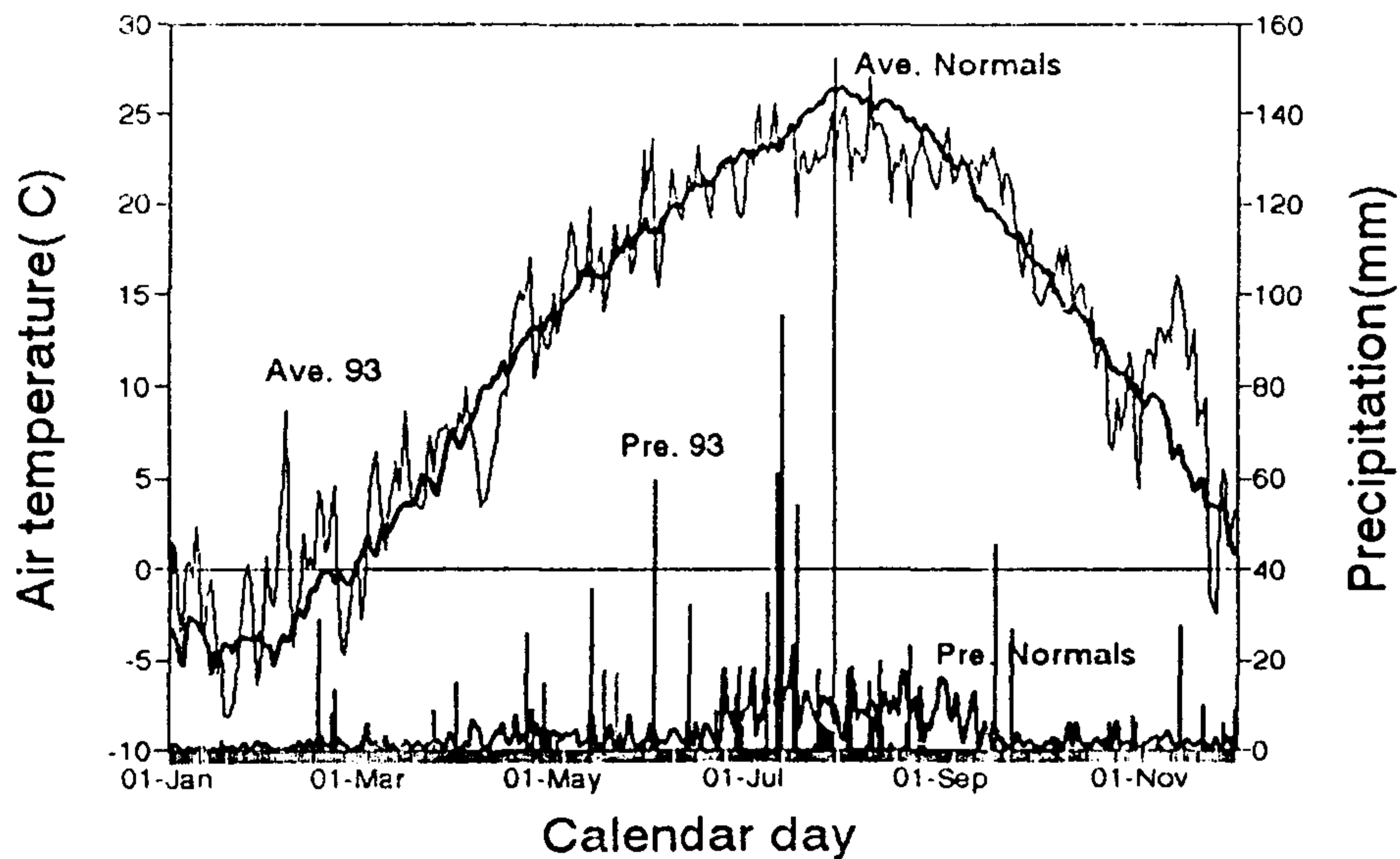


Fig. Seasonal change of precipitation and average temperature of normals and 1993 in Suwon.

3.4.2 토성 및 배수 정도에 따른 시험 포장의 地下水位 및 土壤水分의 年次變異

논의 밭 轉換 포장에서의 地下水位 및 土壤水分變化

본 연구의 목적은 1차년도 조사결과를 기초로 논·밭 轉換시 생길 수 있는 지하수위와 토양수분 환경의 연차별 변화를 파악함으로써 앞으로 畚汎用化를 위한 排水對策의 기초자료를 제공하는데 있다.

현재 주어진 우리나라의 여러 가지 여건을 고려하여 畚汎用化 대책을 분류한다면 水系單位의 畚, 田轉換, 區域排水의 실시에 의한 畚田輪換, 營農的 대책에 의한 답전유회 등으로 구분할 수 있다. 이중 수계단위 밭 전환과 구역배수에 의한 밭 전환은 농공학적 수단에 의하여 인공적인 물 조작을 함으로서 논으로서의 立地를 밭으로 변환시키고자 하는 것이다.

수계단위 밭 전환이라 함은 수계 전체의 관개수 공급 중단과 간선 및 지선 배수로에 의한 적절한 배수로로 乾畚地帶化 함으로서 畚田轉換을 꾀하는 방식이며 가능하다면 가장 비용이 적게 들면서 효과를 거둘 수 있는 이점이 있으나 입지조건상 가능해야 한다는 제한이 있으며 우리나라에서는 경사지에 위치한 논이나 수리불완전답으로 분류되어 있는 논이 이에 해당되리라 생각된다.

한편 구역배수라 함은 立地條件上 수계단위의 밭 轉換 방식이 불가능한 평야부 논지대에서 밭 轉換을 꾀하고자 하는 포장의 주위에 遮斷排水路(Intercept drain, 承水路)를 설치하고 포장 내부는 흡수거(吸水渠)를 포설하여 잉여지하수를 집수조로 모아서 자연배수 혹은 pump에 의한 강제배수를 하는 방식이다.

본 연구는 우리나라의 논을 밭 轉換하고자 할 때 가장 넓은 면적에 분포되어 있는 입지조건상 낮은 평야부의 논에 대한 구역배수를 대상으로 하여 이에 대한 배수대책의 기초자료인 전환답의 지하수위 조건과 포장 지하수위의 조건을 조사 검토한 것이다.

물론 구역배수라 할지라도 논·밭 立地的 조건에 따라 그 조건이 천차만별이겠으나 어떠한 경우이든 포장의 지하수위 조건과 토양의 수분환경이 주요한 지표가 됨은 재론할 여지가 없다.

材料 및 方法

(1) 포장 지하수위 측정

제 1차 년도와 동일한 사양토의 서울대 농생대 포장과 비교적 배수가 불량한 식양토의 농촌진흥청 작물시험장 포장에 대하여 포장별 1개 觀測孔으로 부터 다음과 같은 조건에 의하여 지하수위를 측정하였다.

- 가. 지하수위 측정기간은 1993.5.4 - 1993.11.18일 까지의 약 200일간이었으며 매일 오후 3시에 1일 1회 측정하였다
- 나. 지하수위 측정공은 지름 7.4cm, 깊이 3.5m의 파이프가 사용되었으며 하단부에 구멍을 뚫고, 하단부 파이프 주위를 잔자갈로 충전하여 흐름의 流出入이 방해되지 않도록 하였다.
- 다. 지하수위의 알은 정도가 밭 轉換 포장의 생육 및 수량에 대한 제한요인이며 밭작물의 수분 stress를 나타내는 지표로서 SEW30, SEW50, SED30, SED50을 사용하였다.
- 라. 지하수위에 대한 조사 및 分析項目
 - ① 포장별 평균 지하수위 ② 지하수위의 經時的 변화 3 지하수위의 변동에 관계되는 要因의 分析 ④ 작물 수분 stress에 대한 指標 등이다,

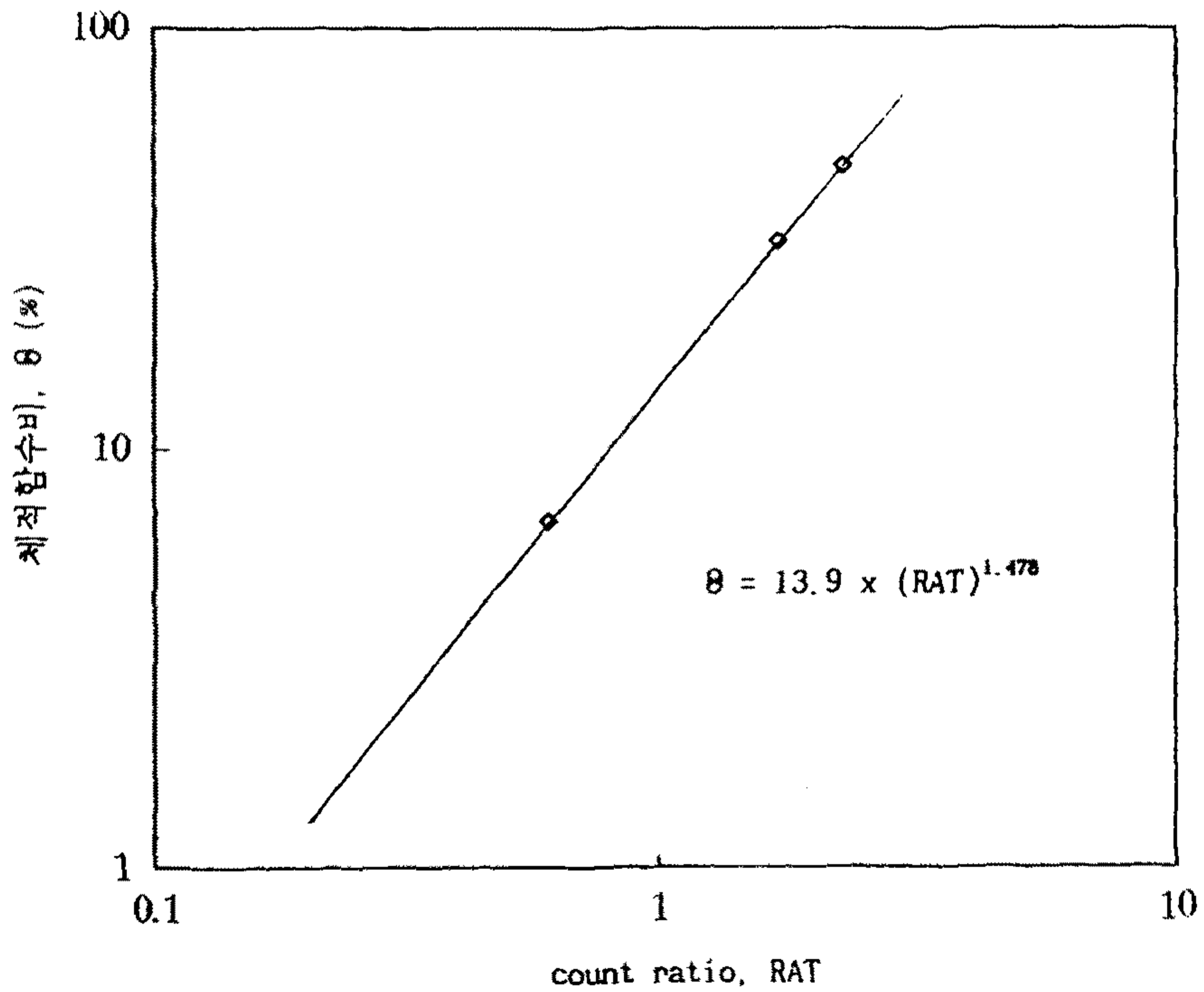
(2) 토양수분 측정

밭 轉換 포장의 土壤水分量을 측정하기 위하여 지하수위 측정과 마찬가지로 농생대, 농진청 2개소의 포장을 선정 조사하였다.

- 가. 토양수분 측정방법은 Neutron Probe(CPN Co. Model No.503DR)에 의하였다.
- 나. 측정공은 직경 5cm, 깊이 80cm의 底部가 막힌 알루미늄 파이프로서 1개 포장당 2개소씩 설치하였다.
- 다. 토양수분 측정지점은 作土層의 중앙부로 생각되는 地表下 20cm 지점과 深土層으로 생각되는 지표하 60cm의 2개층을 선택하였다.
- 라. 토양수분 측정기간은 지하수위 측정기간과 동일한 200일간 이었으며 측정시간대에 강우가 계속되는 경우에는 포장이 완전히 飽和된 것으로 간주하고 측정치 않았다.
- 마. Neutron Probe의 보정: Neutron probe에 의한 토양수분 측정 원리를 간단히 설명하면 측정원리상 직접 토양수분이 측정되는 것이 아니고 Neutron Probe로 부터 방출된 중성자의 방출 갯수와 토양수분으로 인하여 느리게 방출된 갯수의 비율(count ratio라고 함)을 측정하여 간접적으로 수분량을 추정하는 방법이다. 따라서 Neutron Probe 측정개시 이전에 count ratio와 실측

된 측정공 주위의 토양수분의 관계를 나타내는 補正曲線이 유도되어야 한다.

1992년도(제 1차년도)에는 포장으로 부터 試料를 채취하여 토양수분 값을 실측하여 구하고 또 시료 채취시의 중성자 방출갯수의 비율(count ratio)을 구하여 양자간의 관계곡선을 구하였다. 그러나 작물재배기간중 계속하여 일정한 수분상태를 유지하였으므로 graph작성에 필요한 여러 가지 경우의 토양수분을 얻을 수 없어서 補正曲線을 유도할 수 없었다.



<그림 4> Neutron Probe의 보정곡선도

따라서, 금년도에는 포장의 시료를 채취하여 體積을 아는 평균지름 85cm의

FRP통에 風乾된 시료를 충전하여 토양수분을 변화시키면서 count ratio와 토양수분과의 관계를 구하였으며 그 결과를 plot한 것이 <그림 4>로서 식(1)과 같이 全對數用紙에서 직선관계의 변화를 나타냈다.

$$\theta = 13.9 \times (RAT)^{1.48} \quad (1)$$

여기서, θ = 토양의 체적 함수비(%)

RAT = count ratio

바. 토양수분에 대한 조사 및 分析對象 項目은

① 포장별 평균 토양수분 ② 土層別 토양수분의 차이 ③ 생육기간중 토양의 經時的 변화 ④ 토양수분의 변동에 영향을 끼치는 外的要因의 究明 등이다

(3) 지하수위 측정공과 토양수분 측정공의 位置

1차년도(1992년)와 동일하므로 생략함.

結果 및 考察

1. 포장 地下水位

1) 평균지하수위

금년도 전 측정기간(1993.5.4 -1993.11.18, 200일간)중 평균지하수위는 1차년도와 거의 대동소이하게 농생대 포장 109.8cm(1992년 101.3cm), 진흥청 포장 54.2cm(1992년 51.0cm)으로서 2개년간 큰 변동없이 비슷한 지하수위를 나타내고 있다.

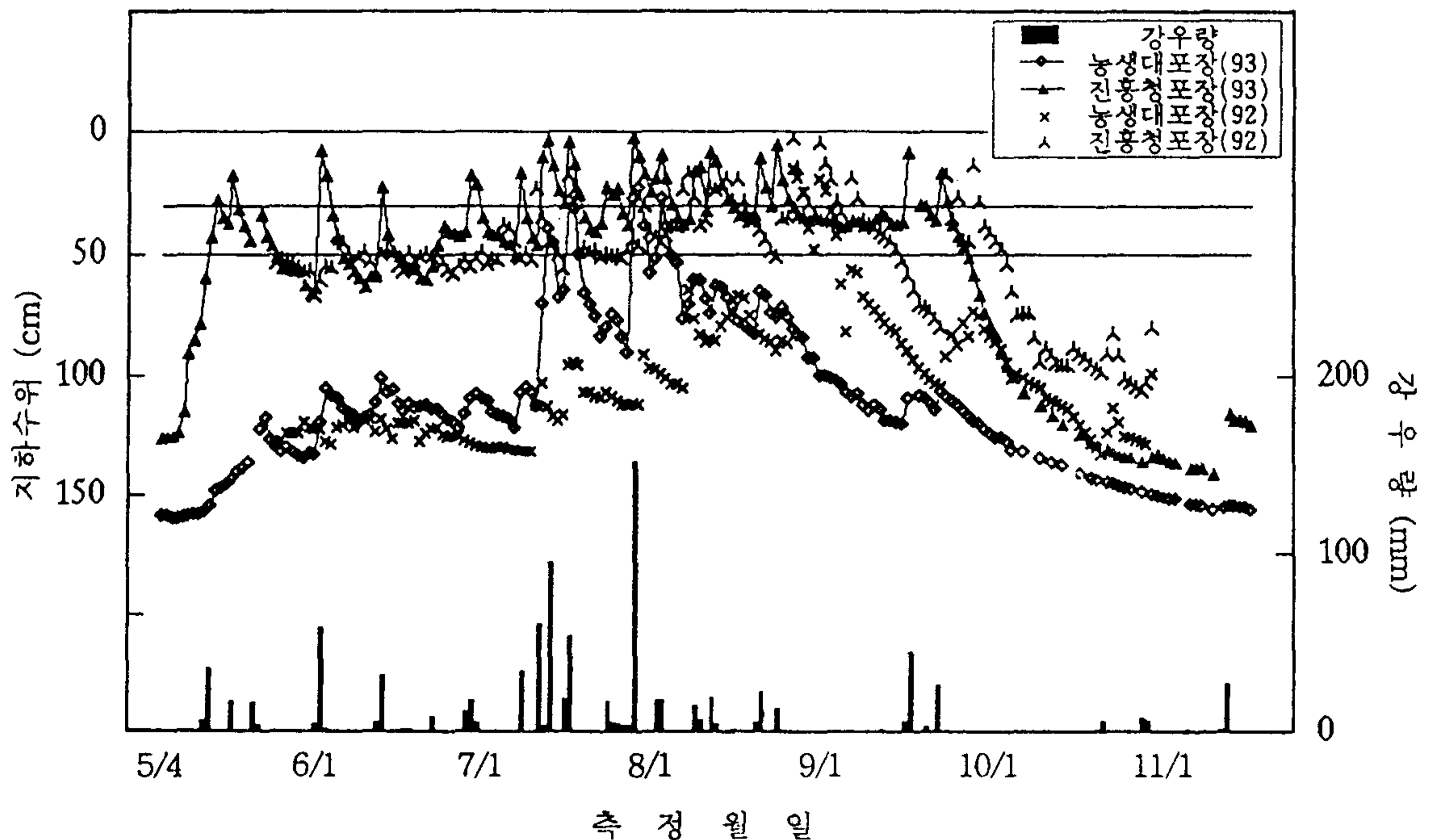
또한 측정기간중의 평균지하수위로 부터의 變動 정도를 파악하기 위하여 지하수위 평균치에 대한 편차를 구하였던 바 농생대 포장 33.2cm(1992년 26cm), 진흥청 포장 38.2cm(1992년 22cm)로서 평균지하수위의 경우와 다르게 2개년간 약간의 차이를 나타내고 있다. 즉 1993년도의 지하수위 變動幅이 1992년에 비하여 컸으며 이는 측정기간중의 강우량 pattern이 어느 정도 달라졌음에 起因하는 것으로 생각된다.

2) 經時的 변화

<그림 5>는 전체 측정기간중의 각 포장별, 지하수위의 경시적 변화를 나타내고 있다. 평균 지하수위의 변동에서 파악된 바와 같이 2개 포장의 지하수위 경시적 변화는 뚜렷한 차이를 나타내고 있어 포장의 입지조건과 포장 주위의 外水位 조건이 지하수위 형성에 큰 역할을 하고 있음을 나타내 주고 있으며 년차별로 보아도 그러한 결과를 확인할 수 있었다.

時期別로 살펴보면 두개 포장 모두 장마 이전 시기까지는 降水量에 따라서 昇降이 계속되지만 포장 별로는 뚜렷한 차이가 인정되었다. 7월 초순 장마시기에 들어가면서 농생대 포장의 지하수위가 급격히 상승하여 2개 포장 모두 높은 지하수위를 나타냈다. 그러나 장마시기 이후는 다시 농생대 포장의 지하수위가 下降하여 포장별 차이를 나타냈다. 인근 논 포장의 물떼기가 완료된 시기인 10월 초순에는 2개 포장 모두 급격하게 지하수위가 하강하여 5월초의 상태로 回歸하였다.

2개년의 시기별 지하수위 변동 양상은 거의 비슷하다. 즉 1993년도에는 1992년에 비하여 5 - 6월 사이의 강수량이 더 많았으므로 변동폭이 더 컸으며, 10월 이후의 건조기에서는 강수량이 더 적어서 1992년보다 더 신속하게 지하수위가 하강한 것을 제외하고는 전체적으로 보아서는 대동소이 하였다.



<그림 5> 포장별 지하수위의 경시적 변화

이러한 사실은 轉換 밭의 지하수위에 대한 가장 큰 변동요인이 강우량이지만 작물생육 全期間으로 보아서는 토양을 포함한 立地條件이 큰 영향을 끼치고 있음을 알 수 있다. 따라서 지하수위 변동 상태는 지역마다 입지조건에 따라서 고유한 경시적 변화를 나타낼 것으로 추정되며 국지적인 성격이 강함을 알 수 있었다. 특히 低平地의 畚作지대에서 일부지역만이 밭 전환된 경우에는 潭水된 미 전환답으로부터의 浸透水로 인한 지하수위 상승을 고려해야 할 것이다.

3) 지하수위를 기준으로 한 수분 stress 指標

stress-day-지표(SDI)의 개념은 Hiler(1969)가 생육기간중 작물이 받는 stress의 累積효과를 定量化하기 위하여 제안한 것으로서 SDI는 식(2)와 같이 정의된다.

$$SDI = \sum_{i=1}^n SD_i \times CS_i \quad (2)$$

여기서 SD_i는 stress day factor이고 CS_i는 crop susceptibility factor이다. 그리고 n은 생육기의 수이고 i는 어느 생육기를 나타낸다.

crop susceptibility factor는 어느 생육기 동안에 임계stress를 받은 작물의 수량을 조사함으로써 실험적으로 구할 수 있다. Hiler(1969)는 각각 생육기에 대한 crop susceptibility factor를 식 (3)과 같이 정의하였다.

$$CS_i = \frac{X - X_i}{X} \quad (3)$$

여기서 X_i는 i 생육기에서 임계 stress를 받은 작물의 수량이고 X는 아무런 stress를 받지 않은 경우의 작물 수량이다.

Hardjoamidjojo 등(1982)는 과잉 토양수로 인하여 생기는 작물의 stress정도를 나타내는 기준값으로서 Sieben(1964)이 식 (4)와 같이 제안한 SEW30을 SD factor 대신에 사용할 수 있음을 밝혔다.

$$SEW_{30} = \sum_{i=1}^n (30 - WTD_i) \quad (4)$$

여기서 WTD는 i일의 日 지하수위의 깊이(cm)이고 n은 日數이다. SEW30의 값이 -가 되면 0으로 취급한다.

따라서 SEW30은 지하수위에 의한 작물 습해 stress를 측정하는 지표로서 사용할 수 있으므로 본 연구에서는 지하수위의 변동에 따른 작물의 영향을 비교

하는 지표로 사용하였다. 만약 작물에 피해를 주는 임계 지하수위가 50cm라고 하면 마찬가지로의 개념을 이용하여 SEW50이 식 (5)와 같이 정의된다.

$$SEW_{50} = \sum_{i=1}^n (50 - WTD_i) \quad (5)$$

표 16은 2개년의 연구기간(1992년, 1993년)중 2개 포장(농생대, 진흥청)에서의 과잉수분 stress指標인 지하수위 30cm의 초과분 수심의 합(SEW30), 지하수위 50cm의 초과분 수심의 합(SEW50), 지하수위 30cm의 초과일수(SED30), 지하수위 50cm의 초과일수(SED50)의 값을 나타낸 것이다.

<표 16> 년도별 포장별 수분 stress 지표의 비교

과잉수분 stress지표	농생대 포장		진흥청 포장	
	1992년	1993년	1992년	1993년
SEW30(cm)	47	14.1	241	537.3
SEW50(cm)	185	179.5	1,214	2,278.0
SED30(일)	5	4	29	43
SED50(일)	9	10	86	117
比 SEW30 값(cm/일)	8.2	3.5	9.0	12.5
比 SEW50 값(cm/일)	20.6	18.0	14.1	19.5

<표 16>에 의하면 과잉 수분 stress지표에 있어서 연도별 차이는 없었으나 포장 별로 크게 차이가 나타났다. 즉 농생대 포장의 경우 지하수위 30cm 초과 일수는 1992년 9일, 1993년 10일로서 별 차이가 없었으며 초과수심의 합계에서도 SEW30은 1992년 47cm, 1993년 14.1cm, SEW50은 1992년 185cm, 1993년

179.5cm로서 큰 차이를 보이지 않았다.

그러나 진흥청 포장에서는 농생대 포장과 마찬가지로 연도별 차이는 크게 나타나지 않았으나 농생대 포장에 비하여 SED30, SED50 모두 약 6 - 12배 더 많이 나타났으며 이러한 경향에 따라서 SEW30과 SEW50도 약 5 - 12배 더 큰 값을 나타내 주고 있어 포장간의 차이는 크게 나타났다. 다시 말하여 농생대 포장에 비하여 진흥청 포장은 동일한 기상조건하에서도 약 6 - 12배나 濕害 가능성이 더 높음을 알 수 있었다.

또한 습해에 대한 가능성은 기준이 되는 지하수위 超過日數에 대한 超過水深의 비로 나타나는 비 SEW30, 비 SEW50의 값으로 보아도 충분히 인식되었다. 즉, 비 SEW30의 값은 생육기 全期間 동안, 농생대 포장의 경우 평균 5.9cm/일인데 비하여 진흥청 포장에서는 19.3cm/일로서 진흥청 포장이 농생대 포장보다도 지하수위가 지표면으로 부터 30cm이상으로 상승한 수심이 평균 13.4cm나 더 높아 포장 별로 큰 차이가 있음을 알 수 있다.

이러한 과잉지하수위가 주로 나타나는 시기를 배수가 불량한 진흥청 포장을 중심으로 살펴보면 <그림 5>에서 보는 바와 같이 SEW50은 진흥청 포장 주변에 위치하는 畝作圃場에 灌溉用水를 공급하기 시작하는 5월 10경부터 지하수위가 급격하게 上昇되었으며 이 시기부터는 강우가 있으면 지하수위의 추가 상승이 있고, 강우가 없으면 다시 下降하지만 대개 지하수위가 50cm이상으로 상승하는 날이 많아졌다. 그러나 7월 10일 이후부터는 본격적으로 장마가 시작되었으므로 地表面으로 부터 30cm이상으로 상승하는 날도 많아져서 대개 8월 27일까지 계속되었다. 여기서 한가지 특기할 사항은 9월 17일의 45.7mm, 9월 22일의 26.8mm의 비교적 많은 강우에 의하여 이 시기에서도 지하수위가 30cm 이상으로 상승된 일수가 6일이나 되어 降雨과 지하수위간의 관계를 엿볼 수 있었다.

1992년의 경우에는 지하수위가 5월 초순 지표면으로 부터 약 120cm 정도에 머물러 있다가 주위 논에 灌溉하면서 급격히 상승하여 강수량에 따라 승강을 거듭하는 점에서는 1993년과 거의 동일하였다. 그러나 7월 - 8월 사이의 강수량과 降雨強度가 1993년보다 적었으므로 이러한 사항이 반영되어 전반적으로 SED30, SED50, SEW30, SEW50의 값은 더 적어졌다.

이러한 사실로 보아서도 논 轉換 밭에서의 지하수위 형성 및 변동이 강수량의 많고 적음 뿐만 아니라 포장이 가지는 고유한 입지조건과 주위 논으로부터의 浸透水의 영향이 크게 관계되는 것으로 생각되며 이러한 이유 때문에 논 효과적인 밭 轉換을 위해서는 구역배수 개념의 도입이 반드시 필요하리라 생각된다. 즉 畝作지대에서 밭 轉換 구역만을 대상으로 地表排水(차단배수)와 地下排水(암거배수)에 의한 구역배수가 필요하며 배수의 구체적인 방법과 정도는 대

상포장의 입지조건에 따라 달라질 수 있다.

앞으로 SEW30, SEW50 등이 생육시기, 작물수량과 연관하여 분석되어 토양 수분지표(SDI)가 구해진다면 지하수위의 승강에 따른 토양수분 stress와 작물수량과의 관계를 파악할 수 있을 것이므로 SDI를 畓轉換田에서의 지하배수 도입에 대한 기준으로 사용할 수 있을 것이다.

4) 논·밭의 轉換 밭에서의 지하수위 管理

논·밭의 토지를 밭으로 이용하고자 하는 경우 발생할 수 있는 지하수위 조건을 검토하기 위하여 2개년간 입지조건이 상이한 2개소의 포장에 대하여 지하수위를 조사하고 이를 바탕으로 평균지하수위, 지하수위의 經時的 변화, 過剩水分 stress指標 등을 분석하였던 바 轉換 밭의 排水對策으로서 다음과 같은 사항을 파악할 수 있었다.

(1) 어느 포장의 지하수위는 포장을 둘러싸고 있는 降水, 지형, 토양, 外水位 등의 각종 요인에 좌우되어 형성되고 변동되지만 연도별, 작물재배 기간 전체로 볼 때는 큰 변동이 없는 고유한 모양을 나타내는 국지적인 성격이 강한 특징을 지니고 있다.

(2) 주어진 토양수분의 조건을 변화시키기 위해서는 지하수위의 下降이 무엇보다 필요하며 따라서 轉換 밭에 대한 인위적인 지표배수 및 암거배수가 필요하다.

(3) 우리 나라의 主 답작지대인 低平地에서는 밭 轉換을 위하여 水系 전체의 관개용수 공급중단이나 河川整備, 간선배수로의 개선에 의한 排水改善도 필요하겠으나 이것이 불가능한 지구에 대해서는 밭 轉換 대상 지구만을 배수하는 구역 배수의 도입이 불가피하다.

(4) 구역배수에 의한 轉換 밭의 지하배수시에는 이러한 배수조직을 이용한 관개도 고려하여 물이 부족된 시기에 배수조직을 이용한 관개수 공급을 함으로써 관개와 배수가 연계된 시스템으로 발전시켜 施設의 효율을 높인다.

2. 토양수분의 변화

1) 생육기간중 토양수분의 經時的 변화

<그림 6>과 <그림 7>은 전체 측정기간중 포장수분 測定孔別 토양수분의 경시적 변화를 나타낸 것이다. 포장별 토양수분은 체적함수비로서 대개 35 - 45%의 범위에서 변동하고 있으며 降雨期를 제외하고는 일정하게 유지되고 있다. 이러한 결과에 대한 이유로서는 포장 주위를 둘러싸고 있는 潭水된 논으로부터의 수분공급 때문인 것으로 생각되며 水系全體가 모두 밭 전환되지 않을 경우의

가장 일반적인 현상이 될 것으로 기대되는 조건이다.

土層別 토양수분은 전술한 바와 같은 원인에 의하여 그 차이의 폭은 크지 않지만 전체적으로 보아서는 下層土(60cm 깊이)가 작토층(20cm 깊이)에 비하여 토양수분이 뚜렷하게 높으며 일정한 값을 유지하고 있다.

토양수분 성적중 특이한 사항은 농생대 포장의 2개 측정공과 진흥청 포장의 2개 측정공 사이에 서로 토양수분의 차이를 나타내고 있는데 圃場水分은 이와 같이 한 포장이라 할지라도 국지적인 차이에 따라서 민감하게 변동됨을 알 수 있었다.

2개년간의 연도별 토양수분의 차이는 뚜렷하게 큰 변화가 없었다.

2) 토양수분에 관련되는 각종 要因의 분석

토양수분의 成立에 관련되는 요인을 살펴보면 우선 지하수위, 강수량, 토양의 透水度, 배수 정도 등이며 이러한 여러 가지 요인이 서로 복합적으로 사용된다.

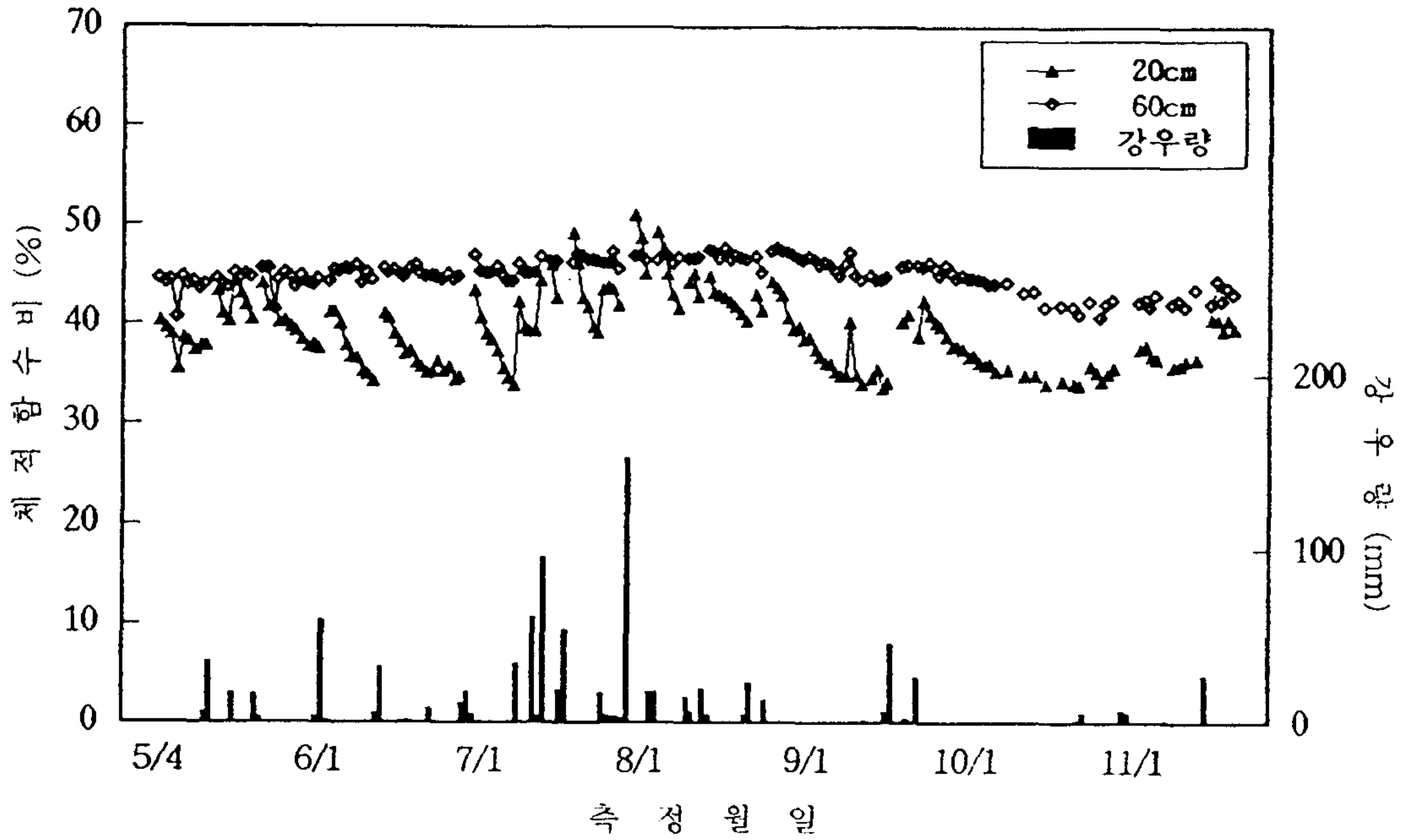
우선 본 연구에서는 토양수분과 강수량과의 관계를 살펴보았으나 강수량의 토양수분에 대한 영향은 土層別로 서로 달랐다. 즉 作土層은 강수량에 따라 토양수분이 민감하게 반응하였으나 下層土에서는 별다른 변화를 나타내지 않았다. 이와 같은 결과는 아마도 지하수위의 영향이 더 컸기 때문인 것으로 생각된다.

<그림 8>은 지하수위와 토양수분의 상관관계를 포장별 토양수분 測定孔別로 나타낸 것인데 전체적으로 보아 지하수위가 상승하면 토양수분이 증가하는 것으로 나타났으나 그 경향이 뚜렷하지는 않았다. 즉 兩者間의 상관계수 R은 작토층에서 농대포장 0.66, 0.56인데 비하여 진흥청 포장은 0.86, 0.76이었다.

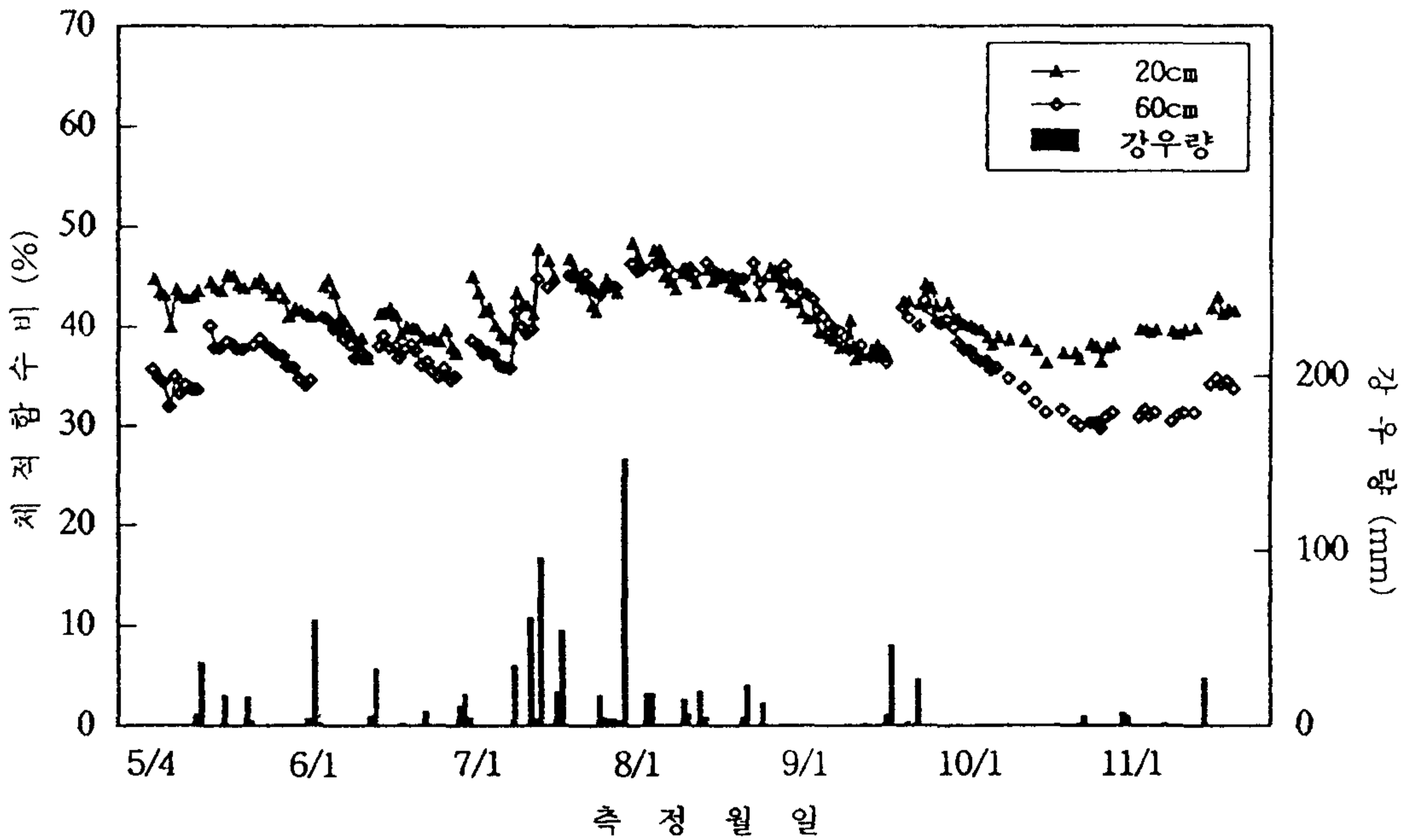
한편 下層土에서는 농생대 포장, 진흥청 포장 모두에서 높은 상관계수의 값을 나타내어 토양수분과 지하수위 변동과의 相關性이 높았다.

이상의 결과로 보아서 轉換 밭의 토양수분 조건은 강수량과 지하수위의 영향을 받고 있기는 하지만 결국 潭水된 주위 논의 수분 공급도 이에 못지않게 중요한 요인이며 구획주위의 遮斷排水의 중요성을 알 수 있었다.

轉換 밭의 適正 토양수분 유지를 위한 배수는 강수량을 신속히 배제하는 지표배수 및 차단배수와 지하수위를 낮추는 암거배수를 동시에 실시해야 할 것이다.

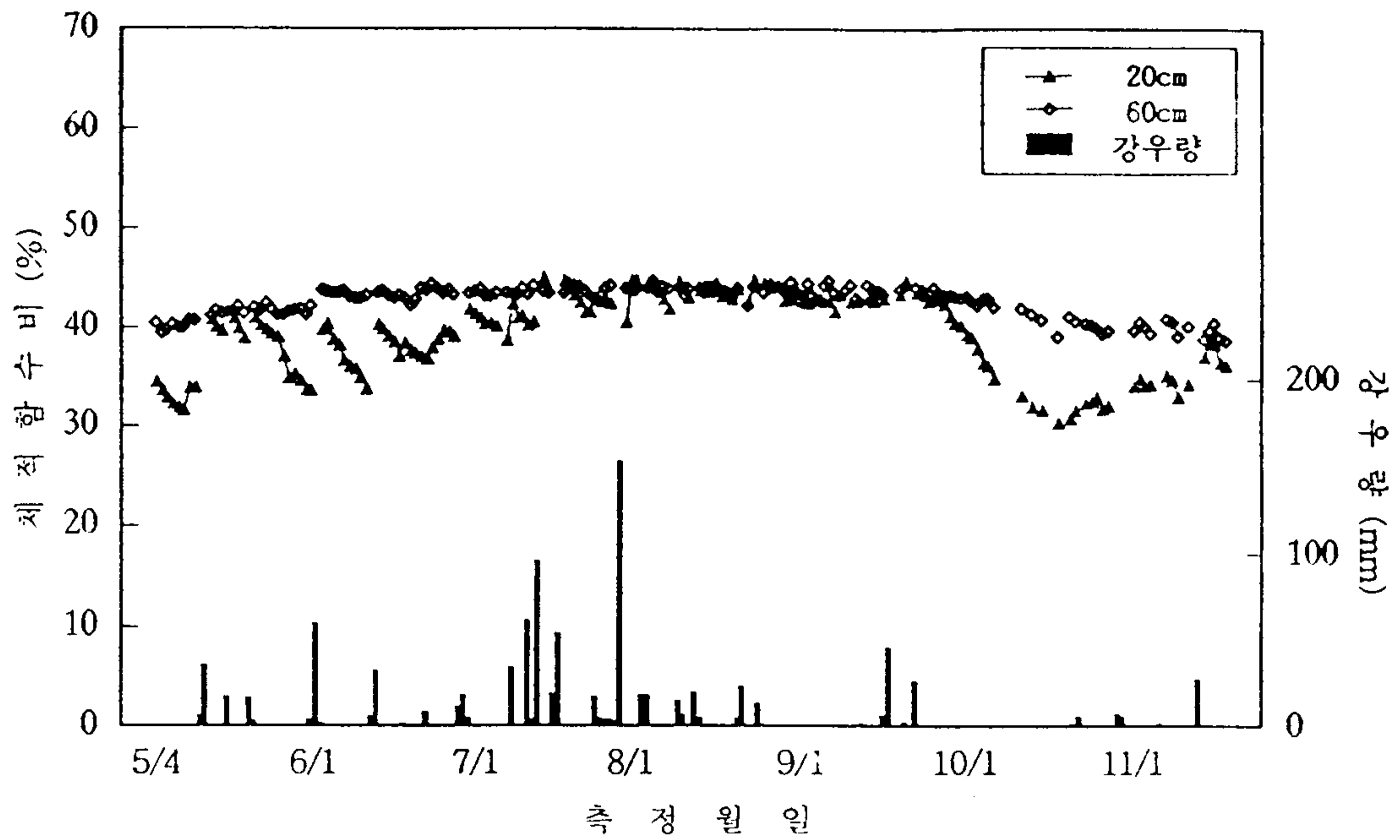


A-1 측정공

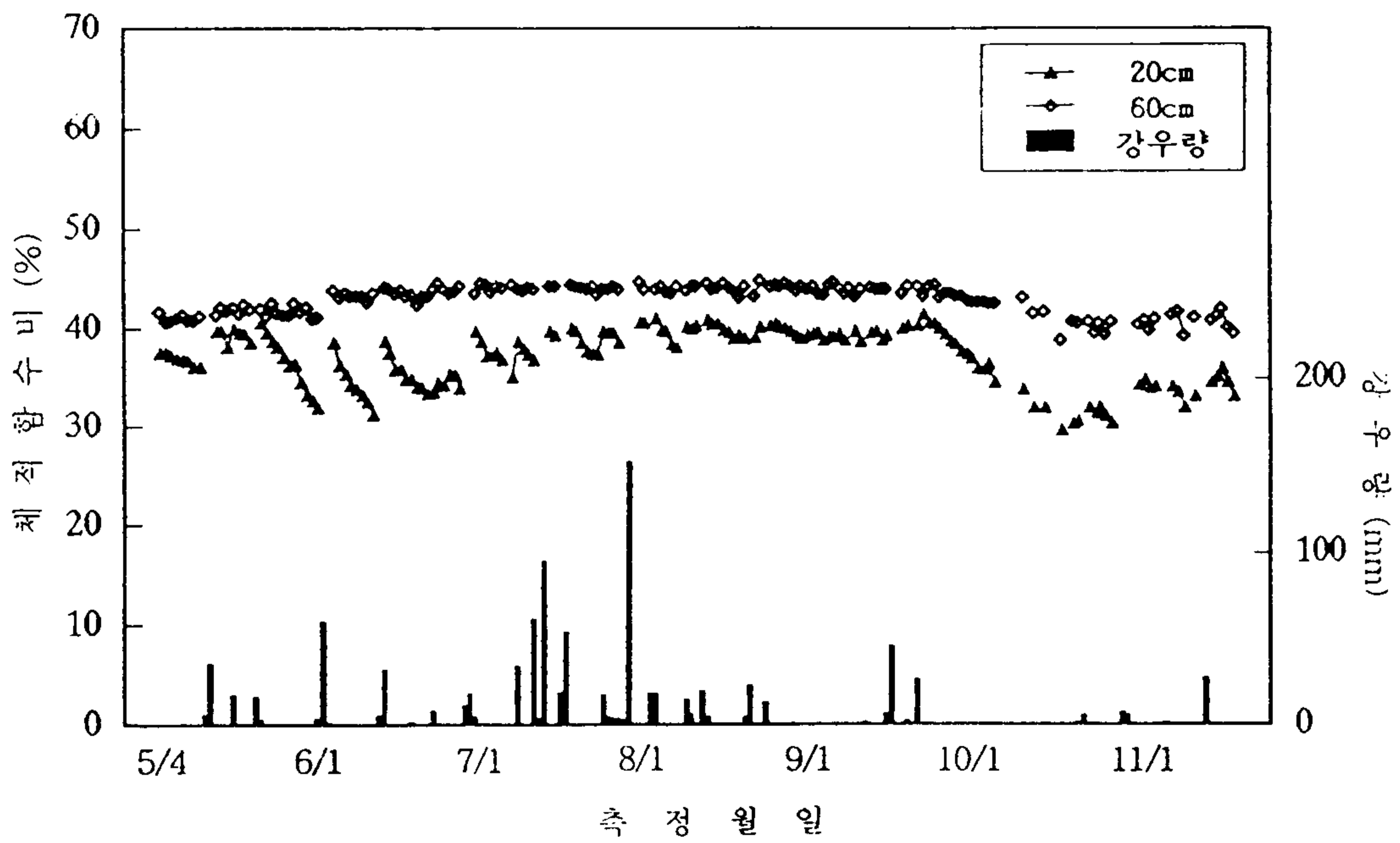


A-2 측정공

<그림 6> 농생대 포장에서의 측정공별 토양수분의 경시적 변화

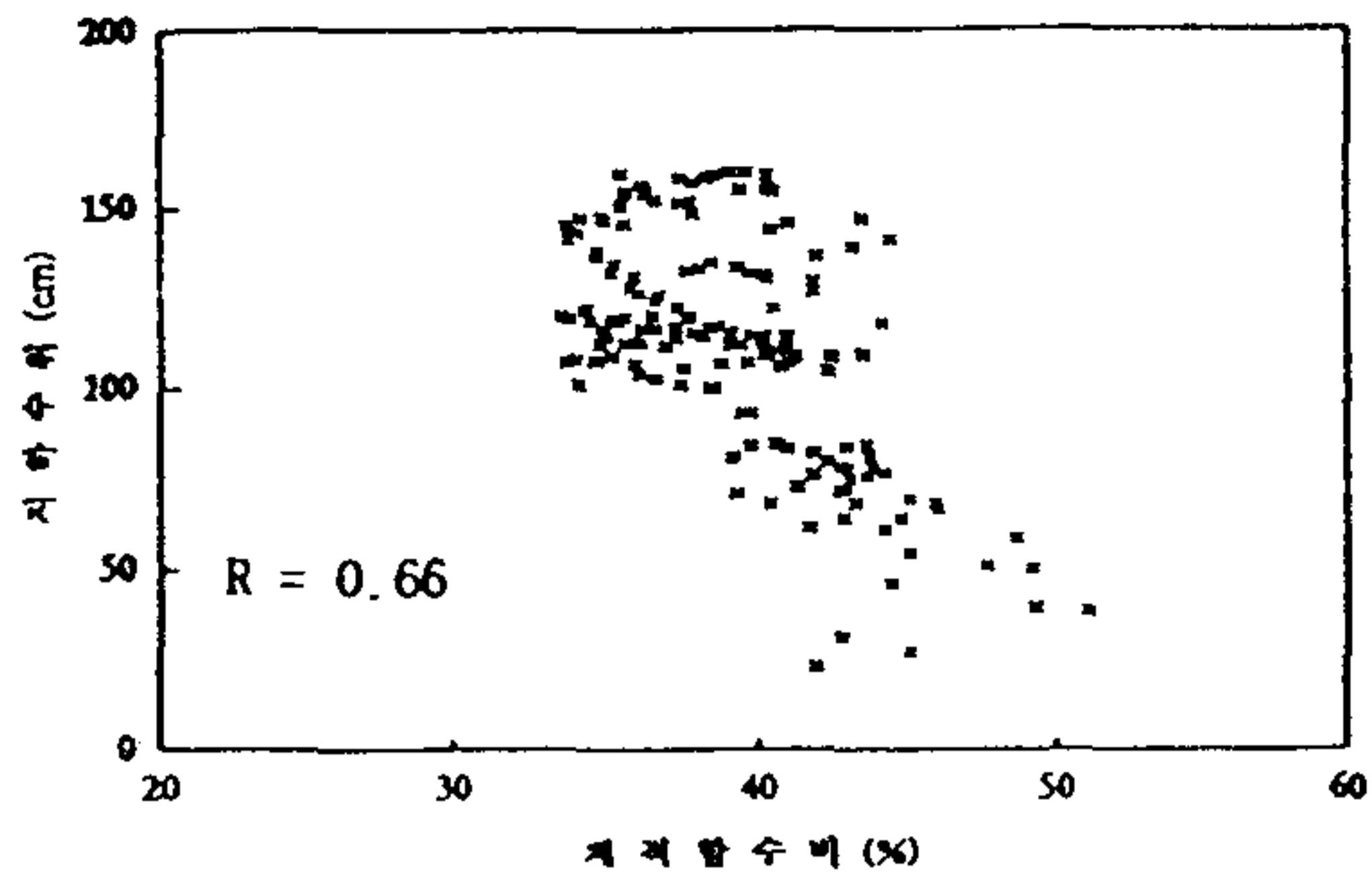


B-1 측정공

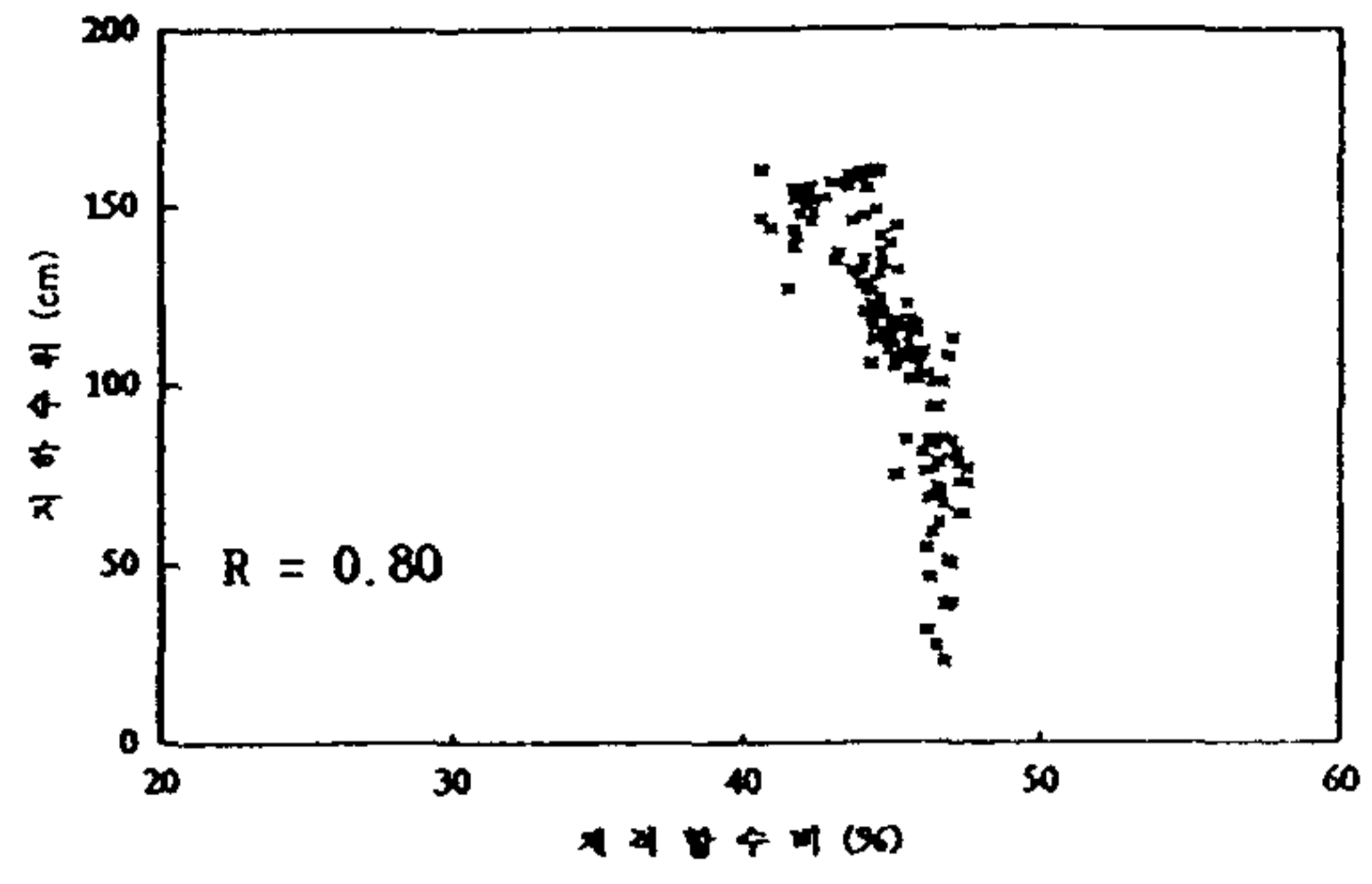


B-2 측정공

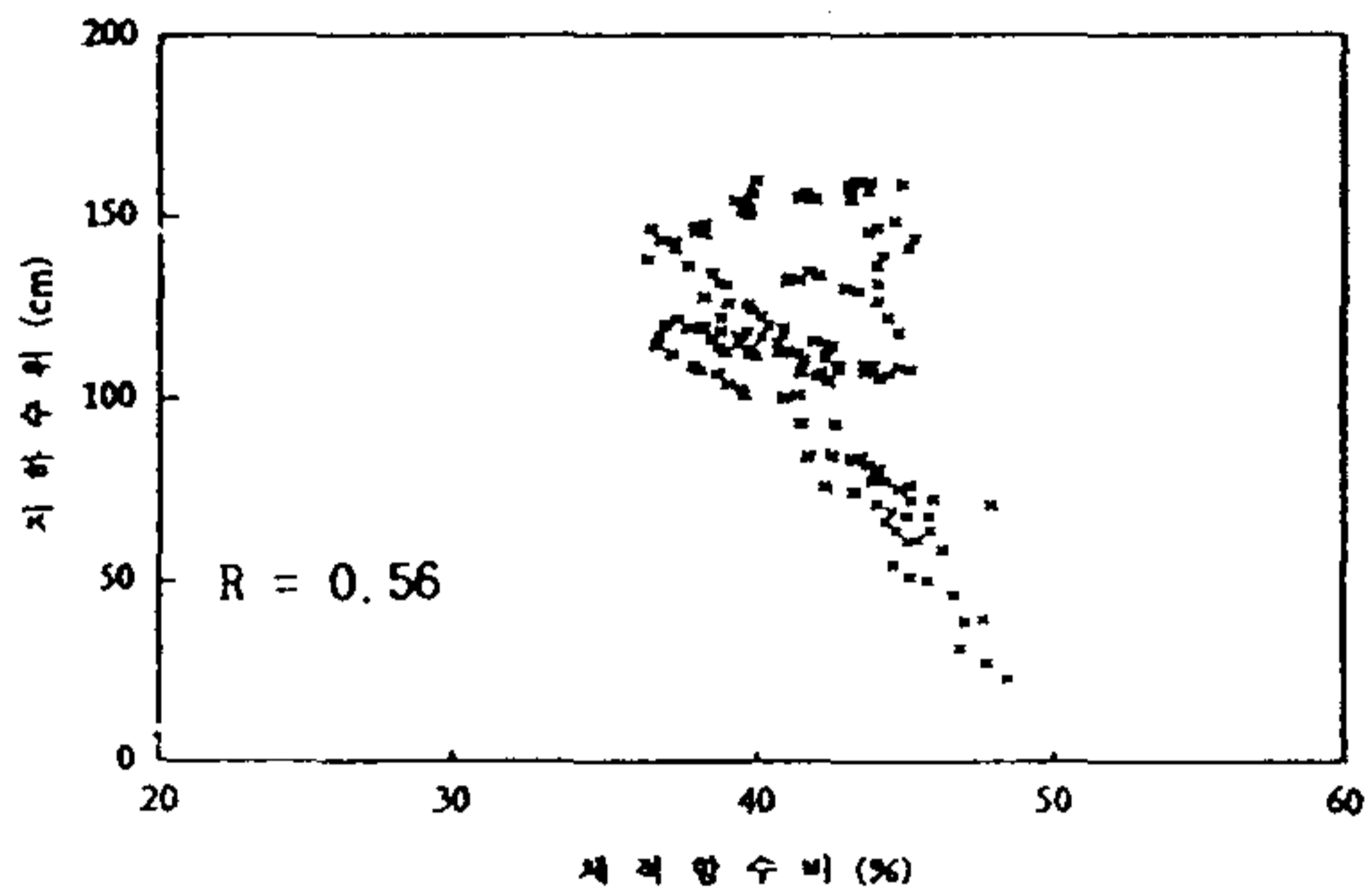
<그림 7> 진흥청 포장에서의 측정공별 토양수분의 경시적 변화



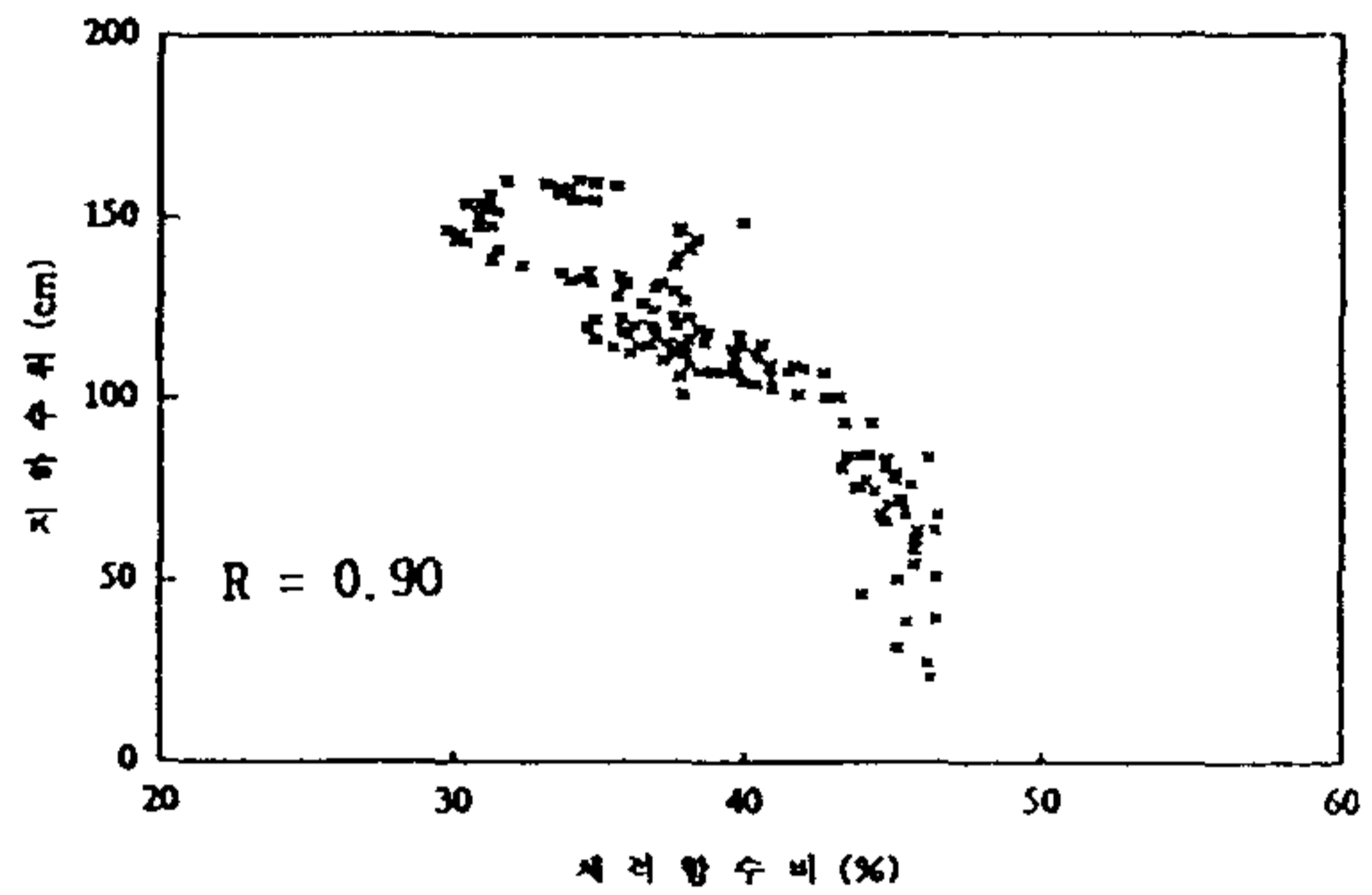
(1) A-1 지구, 20cm



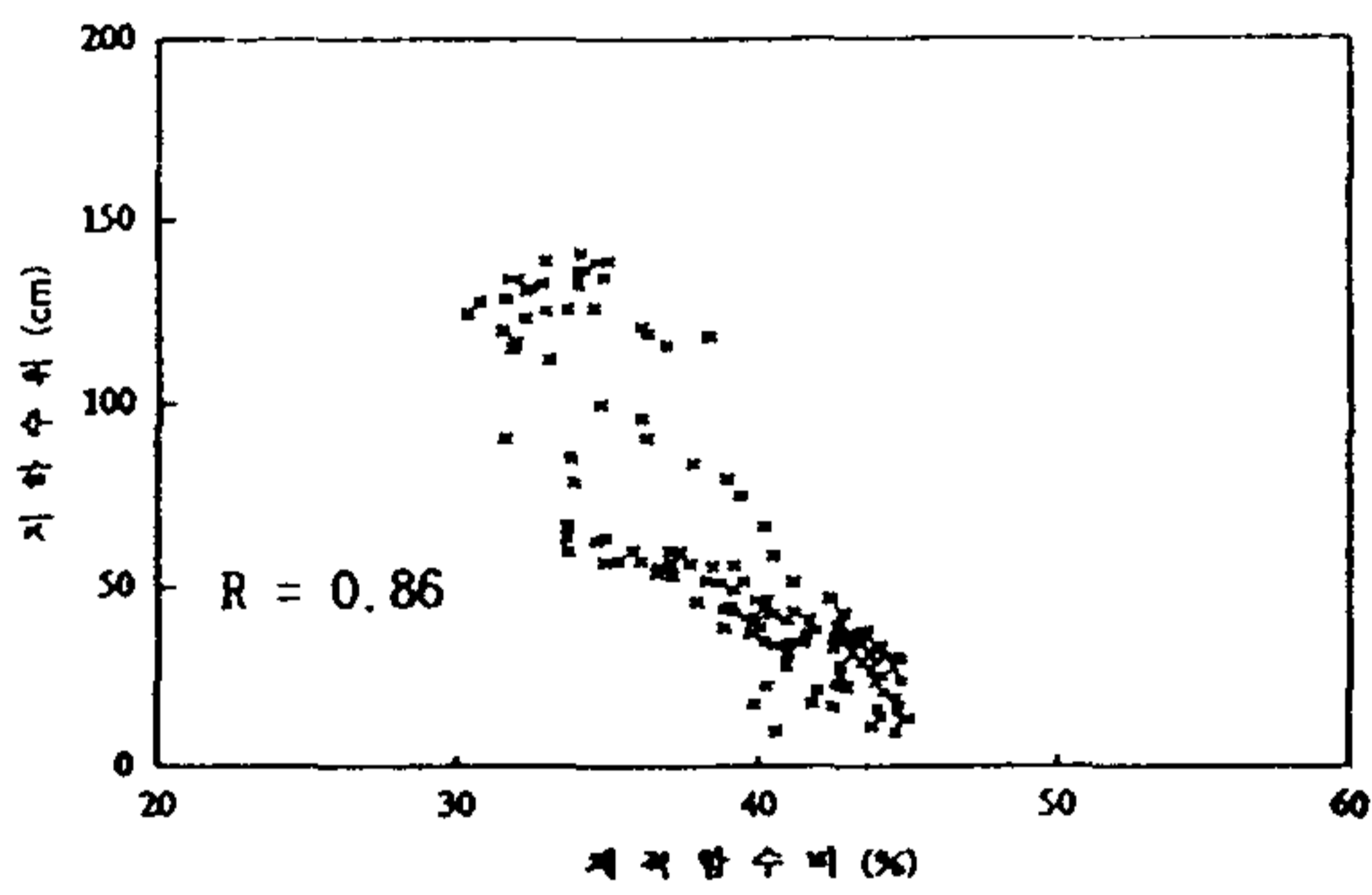
(2) A-1 지구, 60cm



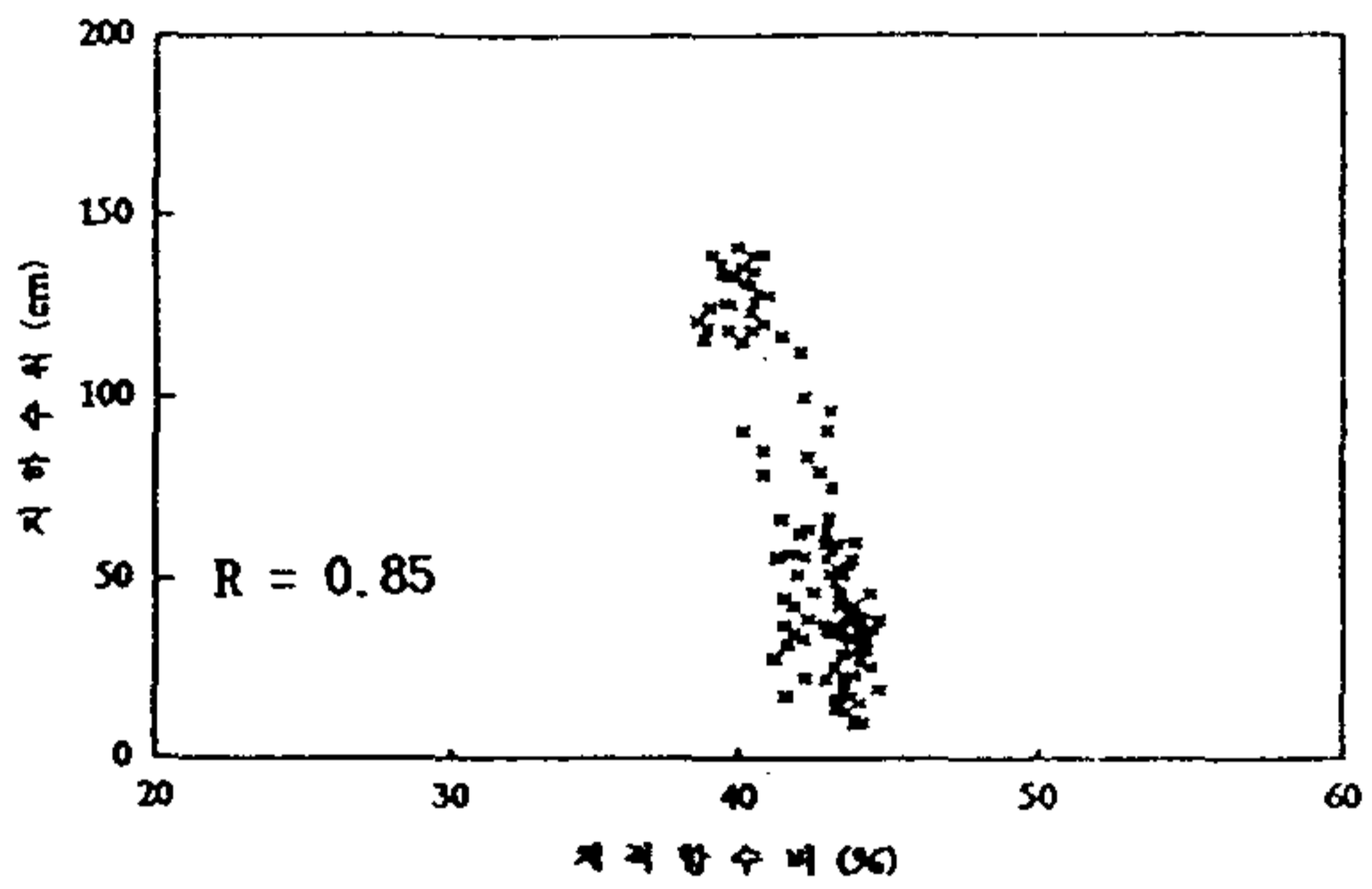
(3) A-2 지구, 20cm



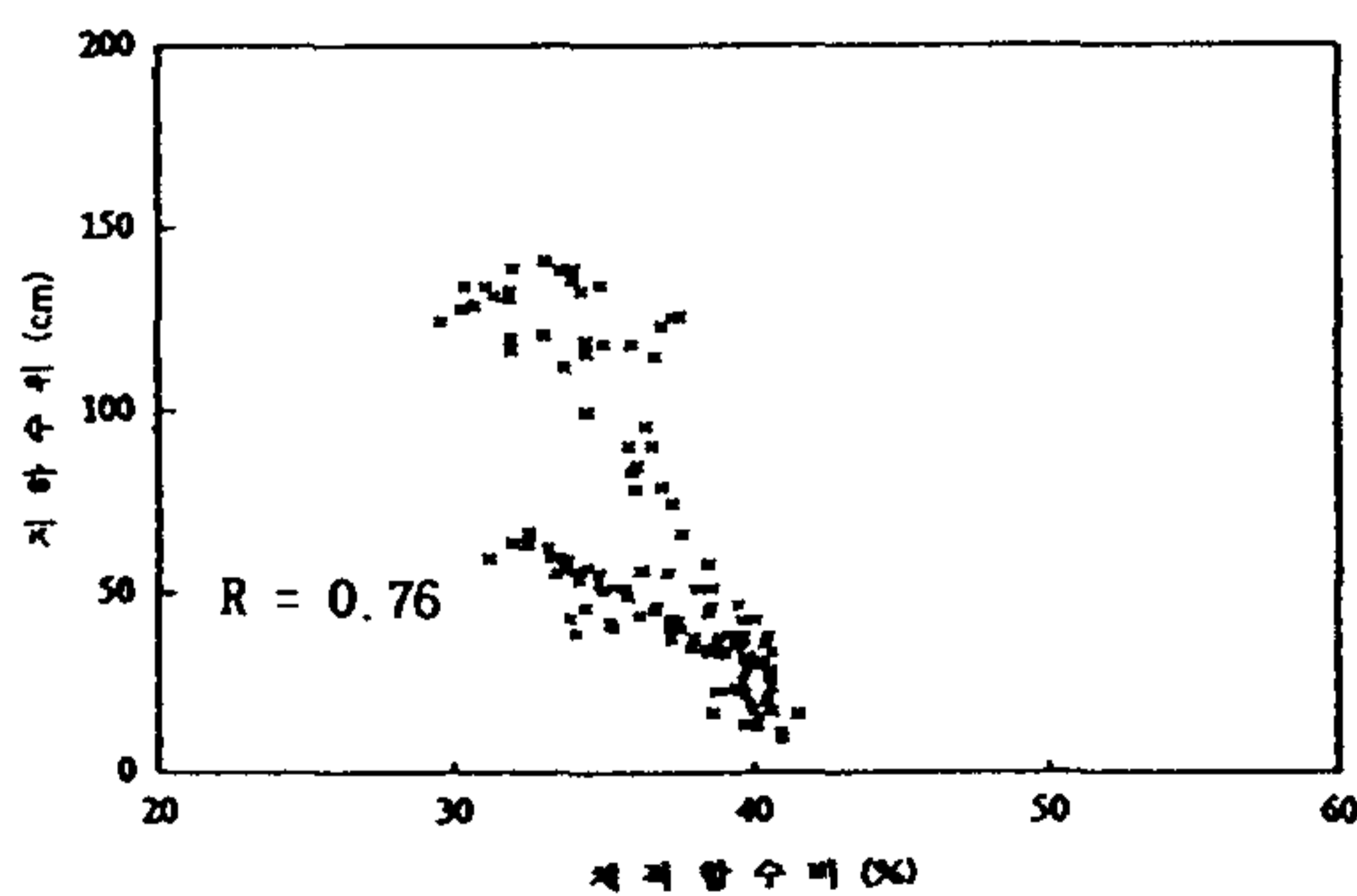
(4) A-2 지구, 60cm



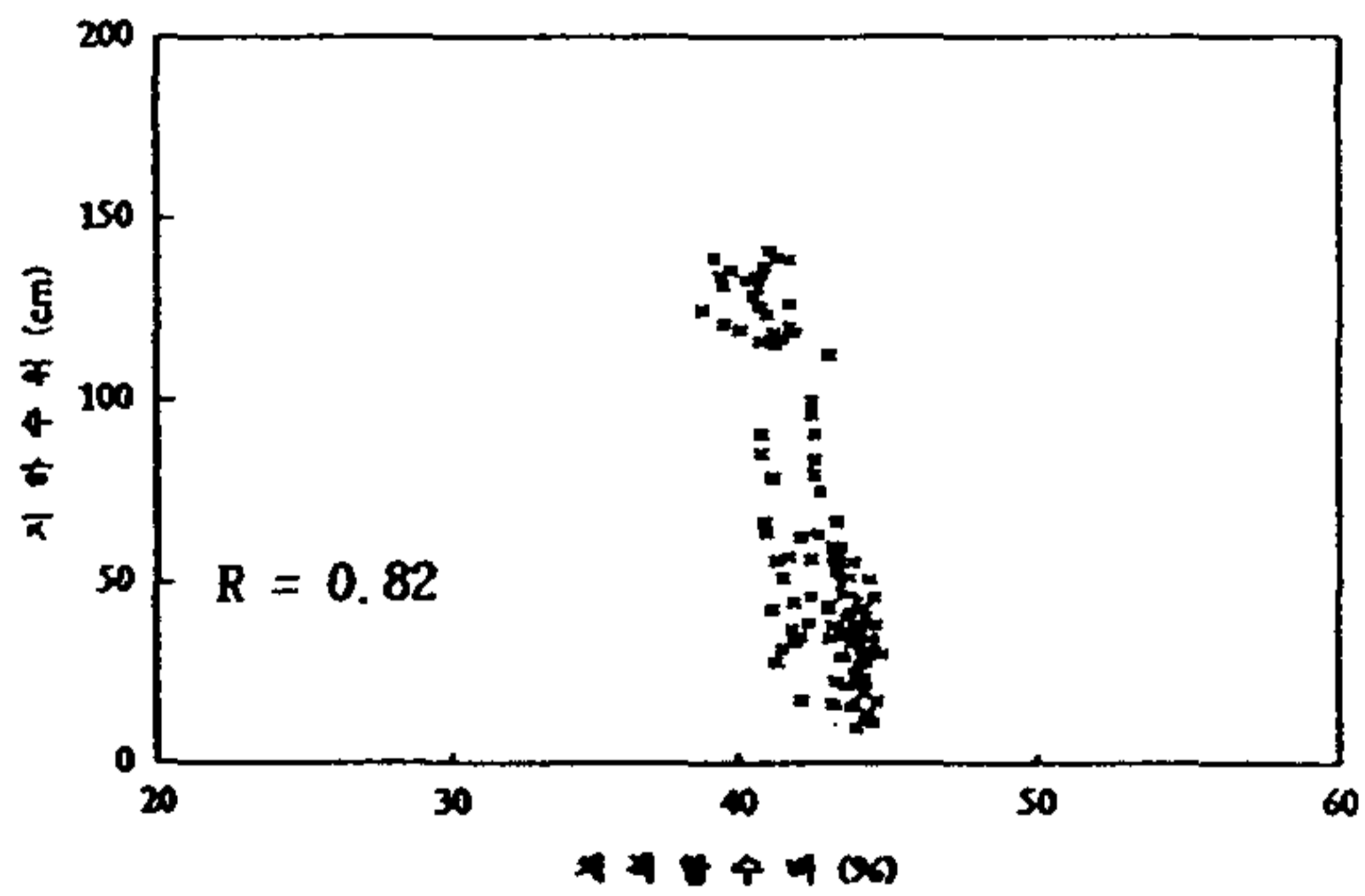
(5) B-1 지구, 20cm



(6) B-1 지구, 60cm



(7) B-2 지구, 20cm



(8) B-2 지구, 60cm

<그림 8> 지하수위와 토양수분 사이의 상관관계

結論 및 要約

農耕地 畚田輪換 조건에서의 수분환경 조건을 파악하고자 2종류의 포장조건에서 작물생육기간(5월 4일-11월 18일)동안 지하수위와 토양수분을 측정하였는바 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 지하수위는 강우의 寡少에 따라 변동되었으나 작물생육 全期間을 통해서 볼 때는 포장의 입지조건이 큰 영향을 끼치는 것으로 나타나 轉換 밭의 지하수위 변동은 국지적인 경향이 강함을 알 수 있었다.
- (2) 임계지하수위 초과분 수심의 합계(SEW_{xx})와 임계지하수위 초과 일수(SED_{xx})는 지하수위의 변동으로 인한 과잉수분 stress 指標로 사용될 수 있음이 밝혀졌다.
- (3) 평야부 답작지대 轉換 밭에서의 適正 토양수분 유지를 위한 배수는 지하수위를 낮추는 암거배수와 주위 논으로 부터의 수분공급을 차단하는 遮斷排水가 동시에 필요한 구역배수 개념이 도입되어야 한다.
- (4) 토양수분은 降水條件과 지하수위의 조건에 따라 좌우되었으며 作土層은 강우조건, 深土層은 지하수위의 조건과 각각 상관관계가 깊었다.

인용문헌

1. 한일농업공동연구단, 1991. 한국의 풍토에 근거한 답배수기술의 확립을 위하여, 한국농경지고도이용연구계획, 日本 전문가 귀국보고.
2. Ahmad,N and R.S.Kanwar, 1991. Effect of Different Moisture Stress Levels on CornGrowth in Field Lysimeters, Transaction of ASAE, Vol.43(5): pp 1991-1996.
3. Evans, R.O.,R.W.Skaggs and R.E.Sneed, 1991. Stress Day Index Models to Predict Corn and Soybean Relative Yield under High Water Table Conditions, Transactions of ASAE, Vol.34(5): pp 1997- 2005.
4. Okubo, T, 1992. Paddy-Upland Rotation and Promoting Efficiency in the Utilization of Agricultural Lands. The Symposium Reports of Yeongnam Crop Experiment Station, RDA.

3.4.3 논·밭 전환 후 작물재배에 따른 토양특성 변화

토양 類型의 형성과 발전에는 근본적으로 母材, 氣候와 물, 植生, 地形, 시간 및 人爲的 因子 등이 영향을 끼치게 되므로 현재 어떤 상태에 있는 토양은 이들 因子別 程度의 차이가 있게 작용한 종합적인 결과이며, 또 各 因子의 作用 程度에 따라 理化學的 性狀에 변화를 가져오는 動的인 상태에 있는 것이다. 논이나 밭 또는 山林 土壤과 같은 類型은 自然的 및 人爲的 因子의 작용으로 형성된 것이고, 환경과 이용 방식에 따라 조만간 변화가 일어나게 될 것이다.

장기간 논으로서 벼 재배를 하여온 토양을 乾畚 狀態나 밭으로 전환하여 밭작물의 재배에 이용하게 되면 토양생성인자의 변화, 특히 물의 영향이 數個月間의 계속적인 湛水 조건에서 自然降雨에 의존하는 일반 밭 조건이 되므로, 새로운 환경에 적응하여 형태적, 화학적 평형을 이루게 될 것이다.

畚田 轉換으로 야기될 수 있는 현상으로는 親水性 膠質物의 不可逆的 脫水, 粘着性和 凝集力의 저하로 작물의 재배가 용이하여지고 粒團이 형성되어 保水性和 通氣性이 향상될 것이고 鋤床층이 소실되어 透水性和 뿌리의 伸長이 좋아지는 등의 理學的 性狀의 변화이다.

한편, 화학적인 면에서는 Gleit 작용은 중단될 것이고(地下水 水位에 따름), 酸化的 環境에서(Eh 값의 上昇) 好氣性 微生物의 활동이 활성화되어 토양 성분이 산화 또는 산화적 분해로 인하여 그 상태가 변화하게 될 것이다. 그 가운데 湛水下에서 축적되었던 有機物은 비교적 빠르게 분해되어 유기물 함량이 減少함과 아울러 窒素의 無機化 作用에 의하여 放出量이 늘게 될 것이다.

논이 밭으로 전환되는 과정은 초기와 후기(또는 熟期)로 어느 정도 구분되어 질 것이나 그 境界가 명확하지는 않을 것이다.

熟田化가 진전됨에 따라 有機物 含量의 低下, 각종 鹽基類의 不足과 不均衡, 酸化的의 發展, 連作 障害 그리고 磷酸의 蓄積도 따라 더해 갈 것이다.

본 시험은 畚田 轉換 또는 畚田 輪換으로 토지를 이용할 경우 생산 기반인 토양의 성질과 비옥도에 어떠한 변화가 일어나며, 그에 대응하여 施肥와 客土 및 작업 등의 관리 방법과 作付 體系와 같은 이용 방식의 조정을 위한 基礎를 確立하기 위한 것이다.

材 料 및 方 法

土 壤 試料은 작물 시험장과 농생대 시험포장의 각 지점에서 골고루 採取하였

다. 採取된 試料는 常溫에서 風乾시켰으며, 乾燥된 土壤은 실험 목적 별로 적당한 체로 쳐서 試料로 취하였다. 土壤 pH, 土壤 有機物 含量, 陽이온置換容量(CEC), 有效 磷酸 含量, 置換性 陽이온, 電氣傳導度(EC), 容積 比重을 일반적인 土壤 分析法3, 7, 9, 11, 12)에 따라 다음과 같이 分析하였다.

(1) 土壤 pH

2mm 체를 통과한 風乾 土壤 13g을 conical 비이커에 넣고 65ml 1N KCl(pH 7) 용액과 H₂O(pH 7)을 가하여 잘 흔들어 섞었다. 1시간 후에 pH meter(Fisher model 600)로 測定하였다.

(2) 土壤 有機物

風乾 土壤을 0.5mm 체로 쳐서 Walkley & Black 방법으로 定量하였다. 토양 시료 1.5g을 500ml 삼각 flask에 넣고 1N K₂Cr₂O₇ 10 ml를 가하였다. 진한 황산 20ml를 가하고 1분간 흔들어 준 다음 30분 동안 열판 위에서 分解하였다. 식힌 후에 증류수 200ml를 가하고 인산 10ml와 지시약(diphenylamine)을 넣은 다음 Mohr's solution으로 適定하였다.

(3) 陽이온置換容量(CEC)

2 mm 체를 통과한 風乾 土壤 10 g을 500 ml 삼각 flask에 넣고 250ml 1N ammonium acetate(pH 7)를 더하여 1시간 교반하였다. 이를 濾過한 다음 300 ml methanol로 洗滌하였다. 토양을 500 ml 비이커에 옮기고 200 ml 1N KCl(pH 2.5)을 넣어 잘 저은 후 하룻밤 방치하였다가 濾過하였다. 濾液을 250 ml volumetric flask에 넣고 1N KCl(pH 2.5)로 눈금을 채웠다. 그 중 50 ml를 kjeldahl flask에 넣고 2g MgO powder를 첨가한 다음 즉시 水蒸氣 蒸溜를 하였다. 蒸溜液을 30ml 2% 붕산-지시약(BCG + MR) 혼합액에 받고 이를 0.1N HCl로 適定하였다.

(4) 土壤 有效 磷酸

2 mm 체로 친 風乾 土壤 3 g을 시료로 취하여 Bray No.1 법으로 定量하였다. 시료에 침출액(0.03N NH₄F + 0.025N HCl) 21 ml를 가하고 약 1분간 진탕시킨 다음, 이를 濾過하였다. 濾液 2ml, 증류수 5ml, ammonium paramolybdate 용액 2ml, SnCl₂ 희석액 1ml를 잘 섞고 5분 후 吸光度(600nm)를 측정하여 표준 곡선에서 값을 구하였다.

(5) 置換性 陽이온

토양 CEC 측정시의 ammonium acetate(pH 7) 추출액을 가지고 Atomic absorption spectrophotometer로 치환성 양이온(Ca, Mg, Na, K)을 分析하였다.

(6) 土壤의 電氣傳導度(EC)

風乾土 30g을 250ml 삼각 flask에 취하여 증류수 150 ml를 가한 다음, 한시간

동안 교반하고 沈澱시켰다. 그 上澄液의 EC를 electric conductivity meter(HPK22)로 測定하였다.

(7) 容積 比重

각 시험구에서 core sampler로 토양을 採取한 후 oven에 넣어 110°C에서 약 18시간 동안 乾燥시켰다. desiccator에서 식힌 후 무게를 재어 容積 比重을 구하였다.

結果 및 考察

轉換田 試驗圃場 土壤의 理化學的 性質 變化

논을 밭으로 轉換한 圃場 土壤의 pH, 有機物 含量, 有效 磷酸, 電氣傳導度(EC), 容積 比重과 置換性 陽이온과 陽이온置換容量(CEC)의 變化를 표 17과 18에 나타내었다.

작물시험장 시험포장에 있어서 명거 배수 및 표면 배수 모두 pH는 저하되었고, 有機物 含量과 容積 比重이 감소하였다. 명거 배수(A)에서는 有效 磷酸 및 EC가 감소한 데 반하여, 표면 배수(B)에서는 증가하였다. 명거 배수에서는 Ca와 Mg, K는 증가하였으며, Na는 감소하였고, CEC도 증가하였다. 표면 배수에서는 置換性 陽이온에 있어 일정한 경향은 보이지 않았으며, CEC는 증가하였다.

농생대 시험포장의 경우에는 pH는 큰 변화는 보이지 않았고, EC는 감소하였다. 명거 배수(C)에 있어서는 有機物 含量과 有效 磷酸이 감소한데 비하여, 표면 배수(B)에서는 有機物 含量과 有效 磷酸이 증가하였다. 容積 比重은 대조구(A)는 증가하였으나, 명거 배수 및 표면 배수에서는 모두 감소하였다. 전체적으로 置換性 陽이온이 감소하는 경향이었으며, CEC는 대조구에서만 감소하고 명거 배수 및 표면 배수 모두 증가하였다.

작사 시험포장에서 토양 pH는 낮아지는 경향인데, 이는 밭 상태로 되어 鹽基의 증가가 적어지고 降雨에 의해 土層내의 鹽基가 溶脫됨으로써 酸化되기 때문일 것이다. 有機物 含量은 전체적으로 감소하는 경향인데, 이는 乾濕, 脫水, 酸化의 反復에 따라 有機物의 分解가 促進되기 때문이다. Foth¹⁰⁾는 電氣傳導도가 콩과 當근, 딸기의 경우 1.5 mmho/cm, 상치, 양과는 2.0, 옥수수, 감자, 양배추는 2.5 이상이면 수확이 10% 감소한다고 하였는데, 본 實驗에서는 전체적으로 보아 鹽類 過多로 인한 피해를 염려할 수준은 아니었다. 鄭 등(1992)은 輪換期間이 經過할 수록 電氣傳導도가 증가하였다고 하였는데, 이는 본 實驗 結果와

는 相反된 것이다. 本 實驗은 포장 조건에서 관행 수준으로 施肥하여 작물을 재배하였으나, 鄭 등(1992)은 비닐 하우스에서 多肥 栽培함으로써 鹽類가 集積되었기 때문인 것으로 推定된다. 渡邊(1979)은 有機物의 分解가 커지고 鹽基의 集積이 적어졌으며 磷酸의 有效化가 적었다고 하였는데, 本 實驗의 결과도 이와 類似하였다. 容積 比重은 金 등(1990)과 柳 등(1991)의 결과와 마찬가지로 대체로 감소하는 경향인데, 이는 濕潤 狀態에서 乾燥 狀態로 되면서 物理性이 改善되었기 때문일 것이다. 置換性 陽이온은 柳 등(1991)의 시험과 마찬가지로 감소하였는데, 이는 降雨로 인한 溶脫 때문인 듯하다.

표 17. 작시 시험포장과 농생대 시험포장 토양의 pH, 有機物 含量, 有效 磷酸, 電氣傳導度(EC), 容積 比重 變化

항 목	pH(KCl)		pH(H2O)		유기물(%)		유효인산(ppm)		EC(mmho/cm)		용적비중(g/cm ³)	
	A*	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
작시 A	4.8	4.75	5.8	6.03	2.49	2.36	85.4	69.0	0.62	0.40	1.32	1.26
	4.8	4.60	5.9	5.75	2.19	1.75	67.4	114.3	0.49	0.62	1.42	1.40
농대 A	4.6	4.58	5.7	5.85	2.57	2.24	170.5	129.1	1.00	0.49	1.04	1.11
	4.7	4.73	6.0	5.90	2.47	2.56	146.7	152.1	0.85	0.42	1.14	1.13
	4.7	4.53	5.7	5.80	2.58	2.28	146.7	121.7	0.64	0.29	1.19	1.18

* A : 1992 B : 1993

표 18. 작시 시험포장과 농생대 시험포장 토양의 置換性 陽이온과 陽이온置換 容量(CEC) 變化

항 목	Exchangeable cations (cmol/kg soil**)								CEC (cmol/kg)	
	Ca		K		Mg		Na			
	A*	B	A	B	A	B	A	B	A	B
작시 A	4.55	5.33	0.35	0.36	0.92	1.01	0.29	0.23	7.79	11.42
	4.82	4.73	0.36	0.37	0.95	0.91	0.25	0.25	8.78	9.09
농대 A	4.91	4.59	0.39	0.21	0.91	0.67	0.26	0.23	8.45	8.21
	5.55	4.95	0.34	0.18	0.87	0.76	0.29	0.20	9.00	9.09

* A : 1992 B : 1993

** 1 cmol/kg = 1 me/100g

結論 및 要約

논 전환밭의 토양의 이화학적 성질의 변화를 알아보고자 사양토와 식양토의 논 전환 밭에서 2년에 걸친 조사를 한 바 다음과 같이 나타났다.

- (1) 사양토 포장의 경우 pH는 큰 변화를 보이지 않았고 EC는 감소하였다.
- (2) 식양토 포장은 pH는 저하되었고 容積比重이 감소하였다.
- (3) 유기물 함량은 전체적으로 감소하는 경향이였다.
- (4) 무기양분의 함량 변화는 일정한 경향이 나타나지 않았다.

參 考 文 獻

1. 金鯉烈, 趙仁相, 嚴基泰, 閔洪植. 1990. 畚田輪換 形態別 土壤特性 및 作物生産性 變化. 1. 土壤의 物理性 變化. 農試論文集. 32(2):1-7.
2. 金鯉烈, 趙仁相, 嚴基泰, 朴文義. 1991. 畚田輪換 形態別 土壤特性 및 作物生産性 變化. 2. 土壤의 化學性 및 作物生産性 變化. 農試論文集. 33(2):18-23.
3. 農業技術研究所. 1988. 土壤化學分析法. 三美印刷社. 水原.
4. 農業技術研究所. 1991, 1992. 農業科學技術研究開發 試驗研究事業報告書. 農村振興廳. 水原.
5. 柳喆鉉, 金鐘九, 姜鐘國, 李宗植, 申奇浩, 蘇在敦, 朴建鎬. 1991. 河海混成 논 土壤의 畚田輪換에 關한 研究. 農試論文集. 33(1):14-28.
6. 鄭碩在, 玄根洙, 朴昌緒, 趙永吉, 嚴基泰. 1992. 畚田輪換 土壤의 物理性과 作況 比較. 農試論文集. 34(2):1-6.
7. 日本土壤肥料學會. 1986. 土壤標準分析.測定法. 博友社. 東京
8. 渡邊春郎. 1979. 田畑輪換に伴う 土壤の 變化. 土壤の 物理性. 39:19-29.
9. FAO. 1980. Soil and Plant Testing as a Basis of Fertilizer Recommendations. FAO. Rome.
10. Foth, H.D. 1984. Fundamentals of soil science. 7th ed. John willy & Sons. N.Y. pp 112-113.
11. Jackson, M.L. 1973. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall. New Delhi.
12. Page, A.L., Miller, R.H. and D.R. Keeney. 1984. Methods of Soil Analysis. ACS and SSSA. Madison.

3.4.4 논미 밭 轉換 포장의 배수 처리에 따른 作物의 生育, 收量 및 品質

1. 飼料作物의 生育과 收量

1) 冬期 사료작물의 生育과 수량 반응

국내의 粗飼料 생산은 초지에서 얻어지는 목초와 경작지를 활용한 靑刈作物으로서의 공급으로 대별되는데 기존 초지 들은 不實化가 심하고 양질의 목초 생산여건이 매우 취약한 형편이다. 또 새로운 초지 조성에는 토지 확보 비용이 과다하고 造成에 소요되는 노력도 상당하여 가까운 장래에 많은 면적의 확보가 어려운 것이 현실이다. 이의 代案으로 기존의 경작지 중 논은 가장 평탄하고 지력이 좋은 곳에 위치하고 있어 논을 활용하여 청예사료를 생산한다면 상당량의 자급사료 확보가 가능하다. 더구나 최근 쌀의 생산 과잉현상과 收益性 저하는 논을 다용도로 활용할 필요성이 증대되고 있다. 특히 젖소를 기르는 낙농가들 중에는 근처의 논을 확보하여 겨울철 동안 맥류를 재배하고 여름동안 옥수수를 길러 사일리지를 제조하거나 수단그라스나 수수 등 靑刈類를 길러 양질 조사료의 自給에 성공적인 농가들도 상당히 늘고 있다.

본 연구에서는 논미 밭전환시 作付體系의 일환으로 사료작물을 재배하여 논미의 지력유지와 이용성을 높이고 양질 조사료를 생산하기 위하여 논에서 청예사료 작물 재배를 시험하였다. 우리 나라의 논들은 대부분 低地帶에 위치하고 있어 배수의 어려움이 따르고 통기불량한 토양구조와 還元性 토성 때문에 대부분이 밭작물들인 청예사료작물들의 生育과 사료생산에 적합한 것만은 아니다. 반면 대부분의 밭작물들이 여름철동안 수시로 수분 부족에 시달림을 받는 것을 감안할 때 논미의 수분공급의 이점이 있다 하겠다. 그러나 국내에서는 정작 논상태에서 사료작물 재배에 관한 연구들이 빈약하고 장래 논미의 汎用化에 필요한 기초자료를 확보하는 것이 필요하다. 특히 1992년도에 이어 논미의 토성에 따른 冬季 및 夏季 청예사료 작물들의 재배 가능성을 알기 위하여 사질양토인 서울농대 실험농장과 점질양토인 작물시험장 포장에 아래와 같이 시험하였고 그 결과를 보고하는 바이다.

청예사료작물미의 논 재배는 작부체계 연구에서 많이 다루어져 왔는데 사료생산만이 아니라 綠肥자원으로 고려되었다. 우리 나라의 실정으로 볼 때 호밀과

벼, 이탈리아라이그라스와 벼가 중요한 作付方式이고 지역에 따른 차이가 있다. 崔 등(1985)은 보리와 호밀의 파종시기를 경기지방에서 10월 중순까지 파종하여야 하고 刈取 높이를 12cm, 2회 예취가 청예수량이나 可消化養分總量에서도 좋았음을 밝혔다.

청예작물들의 토양적응성은 맥류들은 根群發育에 적합한 공기 용량이 20%, 귀리와 수수는 15%, 이탈리아라이그라스는 10%로 보고되었고, 지하수위는 맥류와 옥수수가 40cm 이하, 목초류는 30-40cm 이하, 靑刈수수는 30cm 이하, 이탈리아라이그라스는 20cm 이하라야 정상 생육이 기대될 수 있고 지하수위 40cm을 기준으로 20cm일 때는 수수의 청예수량이 13% 減收, 60cm이면 10% 증수될 수 있음을 밝혔다(白倉,1985).

논을 밭으로 轉換하면 토양이 건조하여져 乾土效果에 따른 지력향상이 기대된다. 특히 중점토에서 밭전환 후 수년간 토양의 無機化가 촉진됨을 보고하였다.(日本 草地試驗場,1980) 수수, 로드그래스, 피 세가지 사료작물種들을 모두 2년째부터 수량이 감소하였지만 10% 정도 감수를 허용한다면 피는 약 5년, 로드그래스는 약 3년 수수는 약 2년까지 연작이 가능하였다. 연작에 따른 수량 감소를 피하려면 다량시비하여 1년 정도 생산성을 유지할 수 있었다. 또 논으로 2년 만에 복원되는 경우는 1년째 복원 경우보다 약 5% 증수하였다. 사료작물의 高位生産力을 유지하기 위하여서는 1년의 논 복원기간으로 충분하지만 2년째 논으로 복원하는 것이 더 바람직하다. 또 冬期作으로 이탈리아라이그라스를 재배할 때 夏期作으로 재배방식에 따라 거의 변화가 없어서 연작 5년째부터 약간의 減收가 일어나기 시작하였다. 잡초 발생량은 논으로 1년만에 복원하여도 크게 감소하였고 2년째 복원은 연작 7년째보다 잡초량이 1/2로 줄었고 연작 3년째는 사료작물 7년 연작과 거의 같은 잡초량이 발생되었다. 논으로 轉換時 사료작물 作付年數가 길수록 생육이 촉진되었고 倒伏과 過繁茂로 인하여 玄米收量은 수도 연작시보다 감소되었다. 이러한 현상은 사료작물을 다비재배한 경우 더욱 심하였다(日本 四國農試 岡田邦彦,1982-5).

材料 및 方法

본 실험은 1992년 10월부터 1993년 6월까지 서울대학교 농생대 부속 실험농장 수도재배포장(사양토)과 농촌진흥청 작물시험장 수도재배시험포장(식양토)을 선정하여 수행되었다. 供試作物은 호밀(팔당호밀), triticale(신기호밀), italian ryegrass(tetraflorum)이고 파종은 92년 10월 13일에 條間 30cm 細條播하였으며, 파종량은 호밀과 triticale은 16kg/10a, italian ryegrass는 3kg/10a 으로 하였

고 시비량은 N-P-K 각각 20-12-12 수준으로 하였으며 질소는 기비 10 Kg, 越冬後 10kg으로 분시하였다. 시험구는 각각 3반복으로 하였고, 농생대 시험구의 경우는 명거배수처리 및 지표배수처리별로 각각 실험을 수행하였고 작시의 시험포장은 명거배수구를 사용하였다. 호밀과 Triticale은 93년 5월 11일과 6월 2일에 걸쳐 2회 刈取하여 청예수량을 검정하였고 italian ryegrass는 5월 28일과 6월 30일의 2회 예취를 통해 청예수량을 검정하였다. 乾物收量은 각 시료를 섭씨 70도로 유지되는 乾燥箱에 넣고 3일간 건조시킨 후 측정하여 환산하였다. 각 포장의 수분함량을 측정하기 위하여 각 포장의 중앙 15cm 깊이에 gypsum block(Nasco company)을 심고 수분함량측정계(KS1,T&J Crump company)를 이용해 92년 11월에서 93년 6월에 걸쳐 3일에서 4일 간격으로 수분함량을 측정하였다.

結果 및 考察

논을 轉換한 2년차의 밭에서 세가지 월동기 사료작물의 일반적인 생육특성을 표 19에 나타내었다. 세 작물 모두가 토성에 따른 생육의 특성을 보이고 있으며, 농대포장의 사양토에서 생육이 작시포장의 식양토보다 대체로 양호하였다. 작물 별로는 호밀과 트리티케일은 토성에 의한 차이가 그다지 현저하지 않은 편이었으나 이탈리아인 그라스가 가장 민감한 반응을 보였다. 특히 이탈리아인라이그라스의 草長과 越冬率에서 차이가 현저하였는데 식양토는 사질토의 草長의 60%에 불과하였고 월동율은 사양토에서는 평균하여 약 57%가 월동하였으나 식양토에서는 33%에 불과하였다. 농대포장의 배수방법에 따른 영향은 명확하지 않았다.

호밀과 트리티케일은 出穗期를 전후하여 도복이 일어나기 시작했는데 그 정도는 호밀이 더 심했으며 토성 별로는 사양토 포장이 더 많았고, 명거배수 처리를 한 경우에 도복 정도가 더 심하였다. 호밀은 원래 도복이 심한 것으로 보고 되었으며 트리티케일은 도복에 약한 호밀의 약점을 보완하여 상대적으로 도복에 강하다고 하였으나 본 실험에서는 사양토에서 재배된 트리티케일의 경우에도 역시 30 - 40% 정도의 도복을 보였다. 사양토구에서 많은 도복이 일어난 것은 수분 및 양분의 흡수가 용이하여 초기에 過多生育을 보인 결과로 여겨지며, 따라서 예취를 하지 않은 경우에는 대부분이 도복을 일으킬 것으로 생각된다. 출수기 전후의 도복은 이후 생식생장에 영향을 미쳐 이삭의 發達 및 種實의 등숙을 나쁘게 한 것으로 생각된다.

Table 19. Growth of three wintering crops grown on uplands diversified from paddy fields in 1992-1993.

crop	plot	HD ^{a)}	SL(cm)	PL(cm)	NT	NP	WR(%)	FW(g)	DW(g)	LI
Rye	I*	4.28	141.51a [†]	7.43a	6.56a	5.00a	75.4a	40.90a	16.78a	4
	II	4.28	146.60a	8.19a	4.44a	4.22a	70.2a	25.59b	11.79a	5
	III	4.29	127.12b	7.84a	6.00a	4.78a	64.5a	36.48ab	13.54a	6
Triti- cale	I	5.12	128.29ab	10.06a	4.56a	3.56a	64.5a	57.82a	19.26a	6
	II	5.12	124.58b	10.28a	4.44a	3.22a	75.1a	32.54b	9.79b	6
	III	5.14	134.09a	10.42a	4.22a	3.67a	64.5a	53.42a	14.86ab	7
Italian- Ryegrass	I	5.26	102.28a ^{b)}	-	3.89a	1.56a	50.5ab	11.24a	2.70b	9
	II	5.26	104.67a	-	4.67a	1.89a	63.8a	14.12a	4.14a	9
	III	5.30	65.77b	-	4.87a	0.67b	32.7b	12.55a	1.91b	9

* I : Open Ditched Drainage plot in Sandy loam soil (SNU)

II : Surface Drained Plot in Sandy Loam soil (SNU)

III : Open Ditched Drainage plot in Clay loam soil (RDA)

a) HD:Heading date, SL:Stem Length, PL:Panicule Length, TN:No. of Tillers per plant,

PN:No. of panicles per plant, WR:Wintering Rate, FW:Fresh Wt. per plant,

DW:Dry Wt. per plant, LI: Lodging Index(1-susceptible,9-resistant)

b) Plant Height

† :Column values followed by same letter per each crop do not differ significantly at the 0.05 level of probability according to DMRT.

세가지 작물 모두 生育程度에 비하여 수량에 있어서 처리간에 큰 차이를 보이고 있으며 1次刈取成績에서 그 차이가 크게 나타났다. 2차 예취성적은 세 작물 모두 그 차이의 통계적 유의성을 보이지 않았으며, 全體乾物收量에서는 사양토排水區가 가장 좋은 성적을 나타내었고 사양토구가 식양토구에 비해 높은 수량을 나타내는 경향을 보였지만 통계적 유의차는 나타나지 않았다. 작물 별로는 이탈리아라이그라스가 토성차이에 가장 민감한 것으로 나타났고 트리티케일은 토성차이의 영향을 받지 않는 것으로 나타났으며, 전반적으로 배수처리에 대한 수량의 차이는 인정되지 않았으며, 호밀의 경우에는 일차예취 성적의 경우 배수처리에 따른 수량의 차이가 인정되었다. 刈取收量에서는 이탈리아라이그라스만 토성에 따른 차이가 있었고 식양토에서 總乾物收量이 사양토의 절반 정도에 불과하였다. 작물 별로는 트리티케일이 평균 10a당 1톤을 넘어 가장 多收였고 호밀은 약 0.95톤, 이탈리아라이그라스는 평균 0.51톤에 불과하였고 다른 시험구에 비해 현저하게 적은 수량을 나타내었다. 호밀과 트리티케일의 경우에는

초기 생육에 있어서 토성별, 배수처리별 차이의 유의성이 없었으며 草長과 개체 당 生體重과 乾物重에 있어서 처리평균간에 약간의 차이가 있는 것으로 분석되었다.

Table 20. Clipping yield and moisture content of three wintering crops grown on uplands diversified from paddy fields in 1992-1993.

Crop	Plot	Green Fodder Yield			Dry Matter Yield			Moisture Content		
		1st ^{a)}	2nd	Total	1st	2nd	Total	1st	2nd	total
		kg/10a			kg/10a			%		
Rye	I [†]	4376.1a [†]	1179.6a	5555.7a	840.6a	424.8a	1265.4a	80.8b	64.4a	79.5a
	II	3124.9	946.8a	4071.7b	552.3b	359.6a	911.9b	82.8ab	61.7a	77.6a
	III	3363.6b	1120.7a	4484.3b	546.7b	374.5a	921.1b	83.7a	66.7a	77.3a
Triticale	I	5570.9a	1583.2a	7154.1a	666.8a	423.6b	1090.4a	87.9a	72.9a	84.7a
	II	4767.6a	1809.2a	6576.8ab	616.4a	461.6ab	1078.0a	87.0a	74.4a	83.6a
	III	2774.4b	2605.6a	5380.0b	351.2b	662.4a	1013.6a	87.4a	74.1a	81.0b
Italian-Ryegrass	I	2762.7a	1762.8a	4525.5a	398.7a	241.6a	640.3a	85.6a	86.3a	85.8a
	II	2031.7a	1598.0ab	3629.7a	325.9a	236.1a	562.0a	83.8a	85.2ab	84.5ab
	III	1023.3b	1111.6b	2134.9b	155.6b	176.8a	332.4b	84.5a	83.9b	84.3b

* I : Open Ditched Drainage plot in Sandy loam soil (SNU)

II : Surface Drained Plot in Sandy Loam soil (SNU)

III : Open Ditched Drainage plot in Clay loam soil (RDA)

a) 1st clipping trial to rye and triticale was at May 2,

2nd clipping trial to rye and triticale was at Jun 11,

1st clipping trial to italian ryegrass was at May 28,

2nd clipping trial to italian ryegrass was at Jun 30.

† - Column values followed by same letter per each crop do not differ significantly at the 0.05 level of probability according to DMRT.

전환밭에서 이러한 청예작물들의 收量性은 기존 밭재배에 비교하면 호밀과 트리티케일은 약간 높은 편이나 이탈리아라이그라스는 수원지역에서 越冬率이 저조한 점을 감안할 때 논전환 밭 재배의 이점이 전혀 없었다. 崔 등(1985)의 보고에 의하면 4월 25일에 刈取한 호밀의 乾物收量이 795.6 kg/10a이고 전체건물수량은 최고 1,008.1kg/10a를 나타내었다고 보고하였으며, 延 등(1986)이 신기호밀을 팔당호밀과 비교한 보고에 따르면 수원에서 출수기의 청예수량이 신기호밀은 3,222kg/10a, 팔당호밀이 2,390kg/10a를 나타내었다고 보고하였는데 본 실험의 결과를 기존의 재배성적과 비교해 보면 호밀과 트리티케일은 기존 재배성적에 비해 더 우수한 것으로 나타난 반면 이탈리아 라이그라스는 79년 제주

에서 시험된 결과(고 등(1980))와 비교해 볼 때 기존 재배성적은 全體乾物收量이 1,560kg/10a로 본 실험의 결과와 비교해 볼 때 월등히 높은 것으로 보고되었다. 이는 이탈리아 라이그라스는 추위에 약해 월동율이 낮기 때문이며 위도가 높은 수원지방에서는 적합하지 못한 것으로 생각된다.

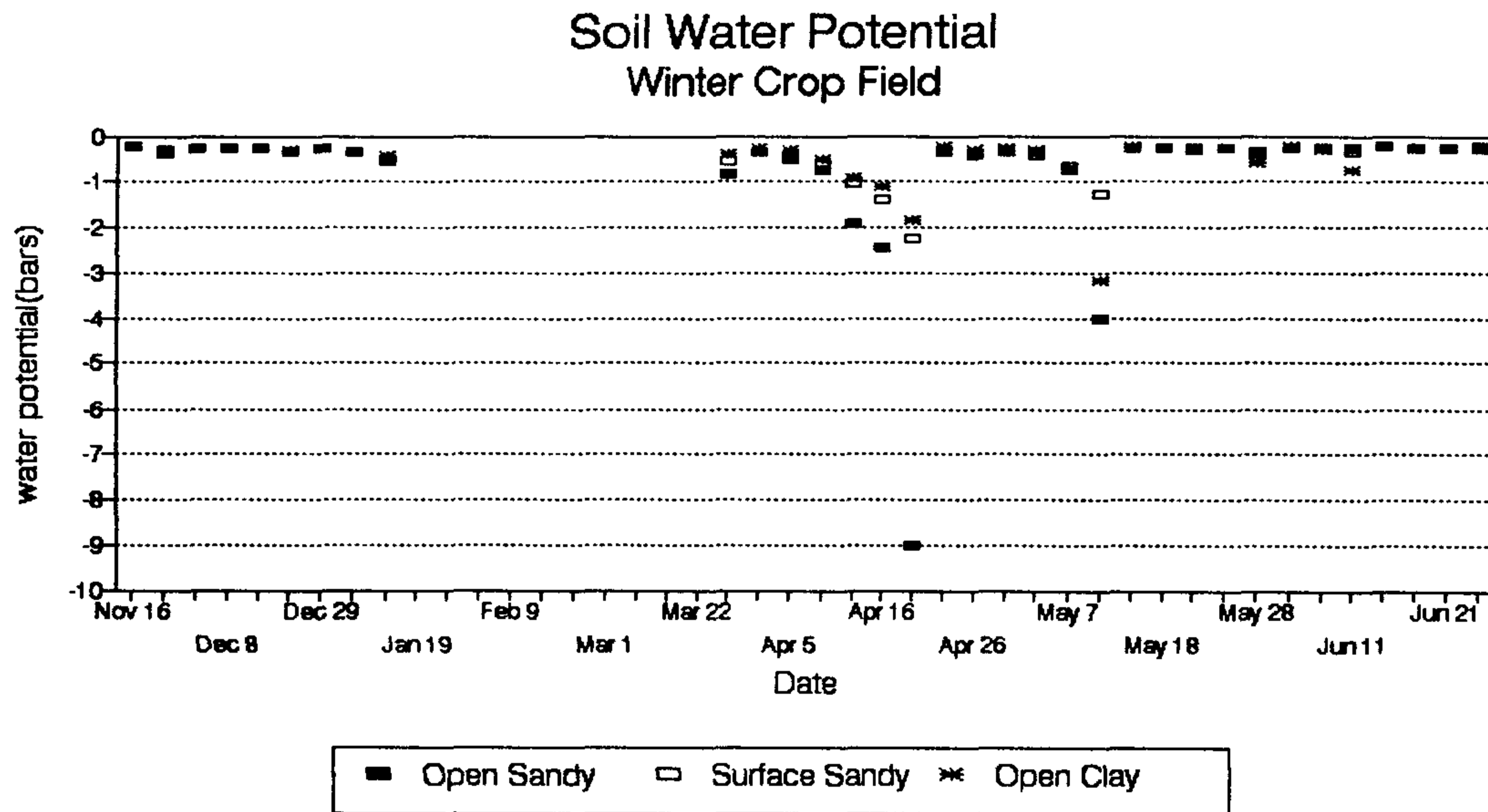


Fig. 9. Variation of soil water potential of winter crop fields during their growing season.

轉換 밭에서 이들 작물의 種實生産 능력을 평가하여 보았을 때 각 처리에 대하여 호밀과 트리티케일은 처리간 차이를 보이고 있지 않았다. 이러한 종실생산 능력은 비교적 높은 것으로 1992년 월동기 호밀성적과도 거의 비슷하였지만 논에서 호밀의 종실용재배에서는 도복이 가장 큰 문제점으로 나타났다. 그림 9은 겨울작물 생육기간 중 각 포장의 수분함량 변화를 나타낸 것이다. 1월에서 3월 초까지는 땅이 얼어 있었기 때문에 측정이 불가능했다.

2) 사일리지용 옥수수 的 生育과 收量

材料 및 方法

본 실험은 1993년 5월에서 10월까지 前記와 같은 2포장에서 실시되었으며 각 포장 별로 명거배수 및 지표배수처리를 하여 토성 및 배수처리에 따른 옥수수 의 生育 및 收量反應을 검정하였다. 품종은 사일리지용 옥수수인 수원 19호를 이용하였으며 播種은 93년 5월 22일에 60 x 25 cm 간격으로 2립씩 点播한 후 1개체씩 남기고 솟아 주었다. 施肥量은 20-15-15 수준으로 하였으며 질소는 10 석 分施하였다. 시험구는 3반복으로 조성하였으며 93년 9월 6일에 수확하여 수량을 검정하였다. 乾物收量의 검정은 위와 같은 방법으로 실시하였으며 可消化 養分總量은 $(\text{잎+줄기의 건물중}) \times 0.582 + (\text{암이삭의 건물중}) \times 0.85$ 의 數式을 통해 계산하였다. 7월 11일에서 13일에 있었던 폭우로 인해 농생대 포장의 옥수수 대부분이 도복하였으며 이후의 생육을 위해 支柱를 세워 주었다. 각 포장의 수분 함량을 측정하기 위하여 각 포장의 중앙, 15cm 깊이에 gypsum block(Nasco company)을 심고 수분함량측정계(KS1, T&J Crump company)를 이용해 93년 6월에서 9월에 걸쳐 강우량이 많았던 날을 제외하고 1일에서 3일간격으로 수분 함량을 측정하였다.

結果 및 考察

실제 畚作圃場을 田作圃場으로 轉換할 때 습해가 문제되는 시기는 월동기 작물의 재배에 있어서가 아니라 강우량이 많고 온도가 높은 여름작물 재배시기이다. 본 실험에서 공시된 전환밭에서 재배된 사료용 옥수수의 생육 및 수량은 표 21과 같다. 월동기 사료작물의 성적과는 달리 토성 및 지하수위차이에 의한 생육 및 수량의 차이가 뚜렷하며 그 차이가 통계적으로 유의하였다. 또한 사양토 시험구에서는 出芽率, 草長, 이삭높이, 乾物收量 등에서 배수처리의 차이에 따른 효과가 유의한 것으로 나타났으나 전체적으로 배수처리의 차이는 통계적으로 토성차이에 비해 그 효과가 적은 것으로 분석되었다.

이 등(1981)은 수원 19호를 가지고 기존의 밭상태에서 과종기별 재배시험을 수행한 결과 5월 25일 과종시에 草長은 269cm, 着穗高는 132cm, 生體收量은 10a당 5,860kg, 건물수량은 1,710kg으로 보고하였는데 본 실험의 성적을 기존의 재배성적과 비교해 볼 때 모든 시험구에서 기존 재배성적에 비해 낮은 수량을 나타내었다. 본 실험에서 생육 및 수량이 가장 우수했던 사양토 명거배수구의 경우 근사한 성적을 보이고 있으나 앞에서 밝힌 바와 같이 7월 중순의 강우 후 사양토 시험구의 거의 모든 개체가 완전히 도복한 것을 감안한다면 토양수분이 계속 높게 유지되는 논토양에서의 옥수수 재배는 기존 밭재배에 비해 보다 많은 수량의 감소를 가져 올 것으로 생각된다. 이것은 논 전환밭의 사일리지 옥수

수재배시는 가능한 지하수위를 낮추는 암거배수 시설을 갖추는 것이 안전재배에 필수적이며 적어도 명거 배수처리라도 하는 것이 도복을 줄이고 수량 감수를 낮출 수 있는 것으로 생각된다. 그림 10은 옥수수 생육기간 중 각 포장의 수분함량의 경시적 변화를 도시한 것이다. 7 - 8월 사이, 장마 기간중에는 浸水가 있었으므로 포화상태로 간주하여 측정하지 않았다.

Table 21. Growth and yield of maize grown on uplands diversified from paddy fields in 1993

Soil type	Sandy Loam Soil				Clay Loam Soil			
	Open ditched		Surface drained		Open ditched		Surface drained	
	MEAN	STD*	MEAN	STD	MEAN	STD	MEAN	STD
SD†	July 23		July 24		July 24		July 25	
ER	95.21a	0.38	91.59b	0.29	80.39c	0.85	79.50c	0.43
PH	271.55a	2.43	261.45b	3.44	258.20b	3.60	259.50b	1.69
EH	140.45a	2.79	124.70b	2.30	120.35bc	3.13	116.30c	1.35
FLAGL	36.00a	2.40	34.96a	1.97	34.56a	1.98	38.73a	1.77
FLAGW	4.64a	0.29	4.74a	0.29	4.28a	0.20	4.80a	0.25
DIA	2.86b	0.06	3.11a	0.06	2.83b	0.10	2.78b	0.11
FWLF	94.00a	4.25	64.90b	3.97	43.29c	3.12	51.37c	3.66
FWST	426.70a	13.20	420.91a	30.19	356.86ab	37.57	330.83b	20.09
FWEAR	316.71a	9.11	263.68b	12.97	261.44b	17.67	229.47b	15.34
FWTOT	837.41a	18.14	749.49ab	44.85	661.59bc	46.4	611.67c	35.64
DWLF	28.27a	1.54	24.44b	1.24	23.45b	1.38	21.05b	1.10
DWST	80.03a	2.36	91.07a	6.30	85.83a	10.41	75.20a	3.90
DWEA	182.68a	5.96	157.33b	8.98	150.13b	10.41	134.73b	7.47
DWTOT	290.98a	7.59	272.84a	15.24	259.41ab	17.82	230.98b	11.10
TDN	218.30a	5.91	200.86a	11.22	191.20ab	12.72	170.53b	8.37
FY	5326.36a	116.65	4587.09b	277.58	3553.98c	254.56	3249.73c	191.04
DY	1849.96a	45.62	1670.16a	94.84	1391.99b	93.65	1227.07b	60.05

* STD : Standard Error

a) SD : Silking Date, ER : Emergence Rate, PH:Plant Height, ER:Height of Earing node, FLAGL : max. Length of FLAG leaf, FLAGW : max. Width of FLAG leaf, DIA : stem DIAMeter, FWLF : Fresh Wt. of LeaF part per plant, FWST : Fresh Wt. of STem part per plant, FWEAR : Fresh Wt. of a Ear, FWTOT : Total Fresh Wt. per plant, DWLF : Dry Wt. of LeaF part per plant, DWST : Dry Wt. of STem part per plant, DWEAR : Dry Wt. of a Ear, DWTOT : Total Dry Wt. per plant, DMR: Ratio of Dry Matter per Fresh yield, TDN: Total Digestible Nutrient, FY : Green fodder yield per 10a, DY : Dry matter yield per 10a.

† - Row values followed by same letter do not differ significantly at the 0.05 level of probability according to DMRT.

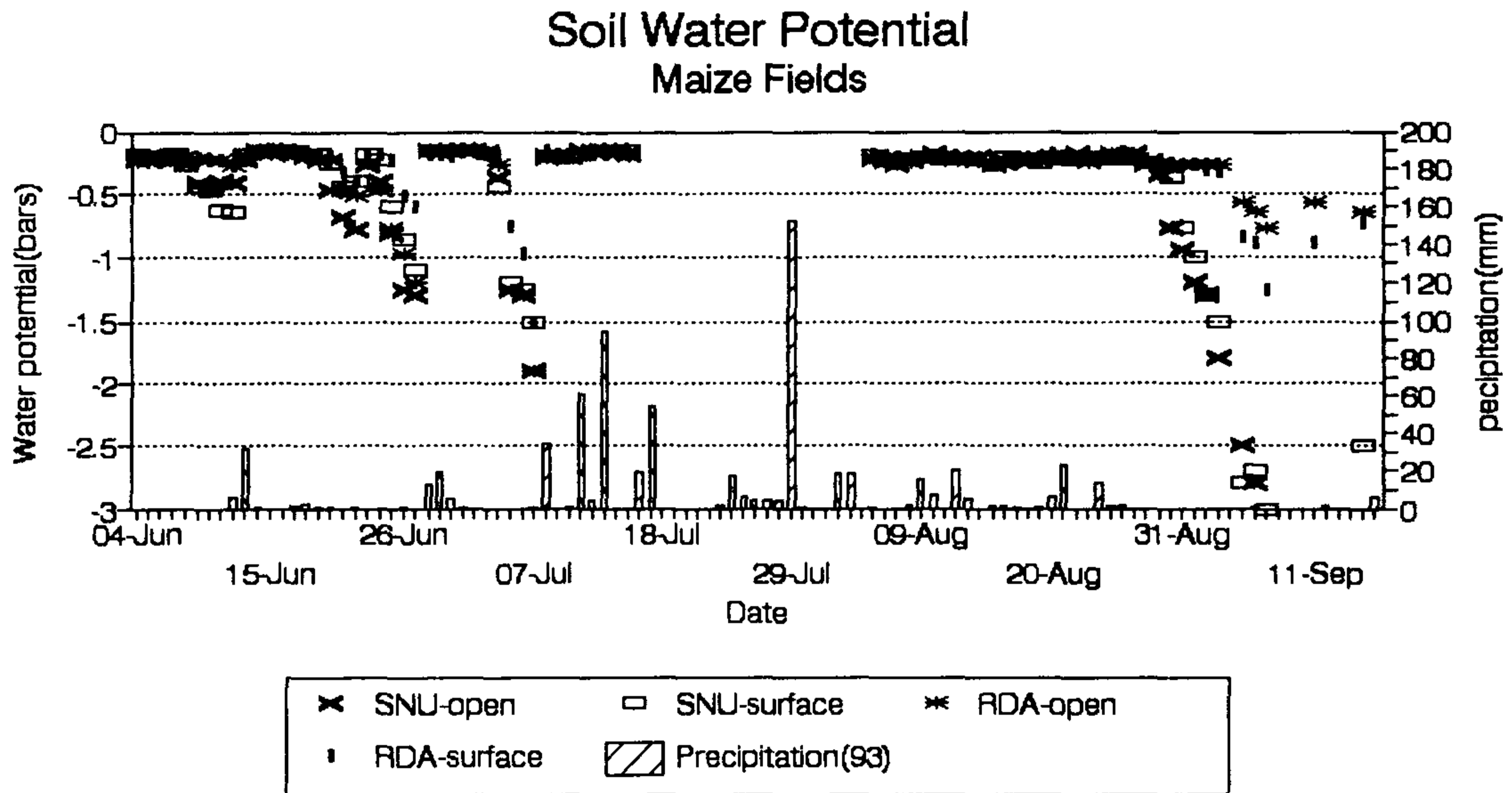


Fig. 10. Variation of soil water potential of maize fields during its growing season.

結論 및 要約

토성(사양토, 식양토)과 배수방법(명거배수, 지표배수)을 달리한 논 轉換 밭 2년차에서 사료작물인 호밀, 트리티케일, 이탈리아라이그라스와 옥수수(玉米)의 生育 및 收量反應을 조사한 바 다음과 같았다.

- (1) 호밀, 트리티케일, 이탈리아라이그라스는 전반적으로 사양토에서 식양토보다 우수한 生育을 나타내었으며 사양토에서는 배수방법에 의한 生育의 차이는 거의 없었다.
- (2) 호밀, 트리티케일, 이탈리아라이그라스에서 전체 예취 수량 및 1차 예취 수량은 세 작물 모두 사양토 명거배수에서 가장 많았으며 작물별로는 트리티케일이 가장 높은 수량을 나타내었다.
- (3) 옥수수에서는 전반적으로 사양토에서 양호한 生育상황을 나타내었으며 명거배수철에서 生育 및 수량이 양호하였다.

인용문헌

- 1.고서봉,백윤기,김문철. 1980. 이탈리아라이그라스 품종비교시험. 한축지 22(6): 528-532.
- 2.박석홍, 1988 논외 고도이용 기술체계. '88農振廳심포지움: 37-48
- 3.연구복 등. 1986. 청예사료용 내도복 양질 다수성 트리티케일 신품종 “신기호 밀”. 농시논문집(작물) 28(1):143-147.
- 4.이석순,박근용,정승근. 1981. 파종기가 종실 및 사일레이지 옥수수의 생육기간 및 수량에 미치는 영향. 한작지 26(4):334-343.
- 5.최영원,이호진. 1985. 답리작 대맥, 호밀의 파종기, 시비량 및 예취 방법이 청예수량과 품질에 미치는 영향. 한작지 30(3):340-346.
- 6.白倉治一, 1987 水田轉換畑의 排水法. 農業 および 園藝 62卷 4號:518-526
- 7.日本土壤肥料學會, 1979 水田轉作- 田畑의 高度利用
- 8.大久保 隆弘, 1989 地力 田畑輪換,作付體系. 農業 および 園藝 64卷 1號:133-140
- 9.大泉一貫, 1989 水田の 高度利用と 農業經營の 組織化. 農業 および 園藝 64卷 1號: 4-12

2. 특용작물의 生育 및 收量

국민의 식생활 패턴의 변화와 농산물 수입개방화 등 여러 가지 경제 사회의 여건 변화에 능동적으로 대처하기 위해서는 絶對食糧 생산에 이용하여 왔던 논을 밭으로 轉換하고, 여기에 알맞거나 요구되어지는 작목을 재배할 필요가 있다. 이와 같은 목적을 달성하기 위해서는 논을 밭으로 轉換시킨 포장에서 토양 수분의 변화와 재배되는 작물의 생육 관계 등이 면밀히 검토되어야 한다. 본 연구에서는 논을 밭으로 轉換한 포장에서 울무와 들깨의 재배가 가능한지를 알아보고자 울무와 들깨를 재배하여 생육과 收量性 등을 조사 분석하였다.

한일농업공동연구단의 1990년도 시험결과에 의하면 논을 밭으로 轉換하였을 때 울무의 出芽率은 75%로 낮았고, 출아일수는 22일로 늦어져서 초기생육이 불량하였으나 분얼기 이후 후기생육이 양호하여 草長 203cm, 分蘖數 5.1개 株當粒

數 80개로 수량은 298Kg/10a 이었다고 보고하였다.

논을 밭으로 轉換하여 2년간 울무를 재배한 결과 出芽는 5월 27일에 출아하였으며 出芽率은 90%이었다. 草長은 232cm, 分蘖數 12개, 株當粒數 51개, 100粒重은 10.7g으로 10a당 수량은 244Kg으로서 1년차보다 2년차에서 出芽率, 草長, 分蘖數는 많았으나 성숙기에 조명나방의 피해로 株當粒數가 감소하여 결과적으로 수량은 18% 감수되었다고 하였다(일한농업공동사업보고서 pp. 106-116, 1991).

材料 및 方法

본 실험에서는 논을 밭으로 轉換한 포장에서 비교적 생육이 가능할 것으로 생각되는 울무와 들깨를 공시하였다. 들깨는 잎과 종실 모두를 이용할 수 있는 엽실들깨를 5월 25일에 60 x 25cm로 파종하였다. 울무는 종실의 표피가 아주 얇은 박피종인 수원 6호를 5월 25일에 60 x 10cm로 점파하였다.

재배지는 사양토로 조성된 서울대학교 농생대 실험포장과 식양토로 되어 있는 작물시험장 포장을 사용하여 배수 정도와 지하수위에 따른 생육과 수량에 차이가 있는지를 비교하고자 하였다.

또한 배수처리에 따른 차이를 알아보기 위하여 서울대학교 농생대 실험포장에 명거배수구와 지표배수구를 만든뒤 울무와 들깨를 위와 같은 재식거리로 7월 6일 파종하였다. 비료는 복합비료를 10a당 30Kg을 사용 하였으며 시험구의 크기는 20cm²로 하여 처리당 3반복으로 재배하였다.

結果 및 考察

1) 토성에 따른 울무와 들깨의 生育 및 收量反應

(1) 울무의 生育 및 收量反應

배수가 잘되는 사양토에서 생육한 울무는 표 22와 같이 식양토에서 생육한 것보다 생육상황이 양호하였다. 8월 17일에 조사한 결과 사양토에서 생육한 울무가 草長이 48cm 이상 컸으며, 分蘖數는 3개 정도 많았다. 그러나 9월 16일 조사에서는 초장은 큰 차이가 없었으나 분얼수는 보다 차이가 뚜렷하였다.

농생대 포장과 작물시험장 포장에서의 생육상의 차이는 토성에 따른 지하수위의 높고 낮음에 기인한 것으로 생각된다. 농생대 포장은 사양토로서 물빠짐

이 식양토에 비해 좋기 때문에 울무의 생육이 양호한 것으로 생각된다. 결과적으로 논을 밭으로 轉換한 포장에서 울무를 재배하고자 할 때는 식양토보다는 사양토인 논에서 좋은 생육을 기대할 수 있다고 판단된다.

표 22. 논의 轉換밭에서 울무의 생육상황 (1993년 8월 17일 조사)

조사항목	사양토	식양토	차 이
초 장 (cm)	169.1(176.6)	120.7(128.5)	48.4(48.1)
분얼수(개)	6.6(7.7)	3.1(3.1)	3.5(4.6)

* () 내 숫자는 9월 16일 조사한 자료임.

수확 후 울무의 수량을 조사한 결과 표 23에서 보는 바와 같이 사양토에서 재배한 것이 식양토의 것보다 草長이 47cm 정도 컸으며 分蘖數에 있어서도 2배

표 23. 논의 轉換밭에서 울무의 收量性과 收量構成要素

조사항목	사양토	식양토	차이(LSD 0.05)
草長(cm)	176.1	128.8	47.3** (5.96)
分蘖數(개)	7.3	3.5	3.8** (0.88)
株當粒數(개)	279.7	98.3	181.4** (33.42)
登熟率(%)	76.5	67.0	9.5** (6.50)
1000粒重(g)	113.2	81.8	31.4** (10.71)
株當收量(g)	31.5	9.2	22.3** (3.72)
收量(kg/10a)	525.1	153.4	371.7**

*, **는 각각 5%와 1% 유의수준에서 차이가 있음. ns=not significant.

이상의 차이를 보였다. 그리고 株當粒數, 登熟率, 1000粒重 모두 식양토보다는 사양토에서 월등히 나은 결과를 보였다. 株當收量, 10a당 수량에 있어서도 마찬가지로 사양토에서 보다는 식양토에서 매우 낮은 수량을 나타내었다. 이 결과로 보면 울무에 있어서는 논을 밭으로 轉換할 때 식양토보다는 배수가 상대

적으로 좋은 사양토가 적당하리라 생각된다.

전년도에 비해 울무의 생육과 수량이 낮았는데, 이것은 생육기에 장마가 오래 지속되었고 장마후에는 오히려 건조가 계속된데 기인한 것으로 생각된다.

(2) 들깨의 生育 및 收量反應

들깨의 생육상황을 보면 표 24에 나타난 바와 같이 들깨의 경우 사양토에서 생육한 것이 식양토에서 생육한 것보다 생육상황이 양호하였다. 8월 17일 조사 결과에서는 사양토에서 생육한 들깨가 草長이 8cm 이상 컸으며, 分蘖數는 4매 정도 많았다. 그러나 9월 16일 조사에서는 草長은 차이가 없었으나 葉數는 24개로 아주 큰 차이를 보여 들깨 재배시는 배수가 매우 중요한 요인이 되고 있음을 알 수 있다.

울무와 마찬가지로 들깨도 역시 사양토인 논에서 생육이 유리함을 알 수 있으며 논을 밭으로 轉換한 포장에서 들깨를 재배하고자 할 때는 식양토보다는 사양토인 논이 적합할 것으로 생각된다.

표 25에서 보면 들깨에서도 사양토에서 재배된 것이 식양토의 것보다 초장이 길고 株當葉數도 많았으나, 1000粒重은 오히려 식양토에서 조금 더 나은 결과를 보였다. 그러나 株當收量과 10a당 수량은 사양토와 식양토에서 차이가 없었다. 따라서 들깨의 생육에는 토성이 큰 영향을 미치나 種實收量에는 영향을 없음을 알 수 있다.

들깨의 생육과 수량은 전년도에 비교해서 낮았는데, 이것은 생육기의 오랜 장마기간과 장마후의 계속된 건조에 기인한 것으로 생각된다.

표 24. 논 轉換밭에서 들깨의 생육상황 비교(1993년 8월 17일 조사)

조사항목	사양토	식양토	차 이
초 장 (cm)	86.1(96.1)	77.7(88.3)	8.4(7.8)
엽 수(개)	24.6(41)	20.2(17)	4.4(24)

* () 내 숫자는 9월 16일 조사한 자료임.

표 25. 논이 轉換밭에서 들개의 수량과 收量構成要素

조사항목	사양토	식양토	차이(LSD 0.05)
초장(cm)	99.5	84.8	14.7** (6.29)
주당엽수(개)	41.0	16.9	24.1** (4.43)
1000립중(g)	2.4	2.7	0.3* (0.25)
주당수량(g)	3.6	4.2	0.6 ^{ns} (1.73)
수량(kg/10a)	24.0	28.0	4.0 ^{ns}

*, **는 각각 5%와 1% 유의수준에서 차이가 있음. ns=not significant.

2) 배수 처리에 따른 울무와 들개의 生育 및 收量反應

(1) 울무의 生育 및 收量反應

배수처리에 따른 울무의 草長과 分蘖數를 조사한 결과 표 26과 같이 지표배수구와 명거배수구에서 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 生育이 진행됨에 따라 초장은 두 排水區간의 차이가 커졌으나 분얼수의 차이는 오히려 줄어들었다.

표 26. 논이 轉換 밭에서 배수처리에 따른 울무의 生育상황 (1993년 7월 6일 파종 - 9월 16일, 10월19일 조사)

조사항목	명거배수구	지표배수구	차이
초장(cm)	76.9(85.6)	74.3(82.0)	2.6(3.6)
분얼수(개)	3.0(3.8)	2.4(3.5)	0.6(0.3)

* () 내 숫자는 10월 19일 조사한 자료임.

수확기에 울무의 수량을 조사한 결과는 표 27과 같다. 표에서 보면 명거배

수구에서 생육한 올무는 지표배수구에서 생육한 것보다 草長이 7cm가 컸으나 나머지 分蘗數, 株當粒數, 登熟率, 1000粒重, 株當收量에서는 차이가 없었다. 표 23의 결과와 비교해 볼 때 모든 면에서 차이가 많이 나는데 그 이유는 파종기가 늦어 충분한 등숙기간을 가지지 못했기 때문으로 생각된다. 또한 수량면에서 배수처리간의 차이가 없는 이유는 명거배수가 지하수위를 낮추는데 큰 효과가 없음을 의미하며, 논외 轉換밭에서 올무를 재배할 경우 지표배수만으로도 충분할 것으로 생각된다.

표 27. 논외 轉換 밭에서 올무의 收量性과 收量構成要素

조사항목	명거배수구	지표배수구	차이(LSD 0.05)
草長(cm)	90.5	83.5	7.0** (3.11)
分蘗數(개)	4.4	3.8	0.6 ^{ns} (0.73)
株當粒數(개)	51.7	58.6	6.9 ^{ns} (9.05)
登熟率(%)	44.9	44.9	0.0 ^{ns} (1.68)
1000粒重(g)	22.8	23.7	0.9 ^{ns} (2.74)
주당수량(g)	1.2	1.4	0.2 ^{ns} (0.27)
수량(kg/10a)	19.7	23.5	3.8 ^{ns}

*, **는 각각 5%와 1% 유의수준에서 차이가 있음. ns=not significant.

(2) 들깨의 生育 및 收量反應

들깨는 올무의 경우와는 반대로 지표배수구에서 재배한 들깨의 草長이 명거배수구에서 재배한 것보다 큰 것으로 나타났다(표 28). 그러나 그 차이는 시일이 경과함에 따라 감소하였으며, 株當葉數에서는 排水區간 차이가 없었다. 이러한 초장의 차이는 排水區의 차이 외에도 생육기의 기상조건, 토성의 차이도 관여하였을 것으로 생각된다. 10월 19일은 들깨의 등숙기였기 때문에 葉數를 조사할 수 없었다.

수확기에 조사한 들깨의 草長은 표 29에서 보는 바와 같이 명거배수구에서 재배한 것이 지표배수구에서 재배한 것보다 9.2cm 정도 작은 것으로 나타났으며, 1000粒重에 있어서도 0.4g 작게 나타났다. 그러나 株當葉數, 株當收量에 있어서는 양 배수구간 차이가 없었다. 이러한 草長 및 1000粒重의 차이는 排水區의 차이 외에도 기상조건, 토질 등 여러 가지가 관여하였을 것으로 생각된다.

표 4의 결과와 비교할 때 차이가 많이 나는 이유는 울무에서와 같으며, 밭으로 轉換한 논에서 들깨를 재배할 경우에도 지표배수만으로 충분할 것으로 생각된다.

표 28. 논 轉換밭에서 排水區에 따른 들깨의 생육상황 비교
(1993년 7월 6일 파종 - 9월 16일, 10월 19일 조사)

조사항목	명거배수구	지표배수구	차이
草長(cm)	26.8(28.0)	42.7(38.0)	15.9(10.0)
株當葉數(개)	9.3	9.6	0.3

* () 내 숫자는 10월 19일 조사한 자료임.

표 29. 논 轉換밭에서 들깨의 수량과 收量構成要素

조사항목	명거배수구	지표배수구	차이(LSD 0.05)
草長(cm)	27.6	36.8	9.2** (2.90)
株當葉數(개)	9.3	9.6	0.3 ^{ns} (1.12)
1000립중(g)	2.1	2.5	0.4** (0.21)
주당수량(g)	0.8	0.9	0.1 ^{ns} (0.21)
수량(kg/10a)	5.3	6.0	0.7 ^{ns}

*, **는 각각 5%와 1% 유의수준에서 차이가 있음. ns=not significant.

이상의 결과들을 요약해 보면, 울무와 들깨는 배수가 잘되는 사양토에서 생육한 것이 식양토에서 생육한 것보다 생육상황이 양호하였다. 種實收量에 있어서는 울무의 경우 식양토보다는 사양토에서 월등히 좋은 결과를 보였지만, 들깨는 두 처리간 차이가 없었다. 따라서 울무는 토성의 영향을 많이 받지만 들깨의 수량에는 토성이 큰 영향을 미치지 못함을 알 수 있다.

排水區에 따른 울무의 草長과 分蘖數를 조사한 결과, 지표배수구와 명거배수구에서 생육상황이 큰 차이가 없었다. 그러나 들깨의 초장에서는 명거배수구에서보다 지표배수구에서 더 양호하였는데, 이것은 排水區 차이 외의 다른 기상조

건, 토질 등도 관여하였을 것으로 생각된다. 울무의 種實收量과 들깨의 株當葉數, 種實收量을 조사한 결과 명거배수구와 지표배수구 간의 차이가 없어, 밭으로 轉換한 논에서 울무와 들깨를 재배할 경우 지표배수만으로도 충분할 것으로 판단된다.

따라서 논 전환밭에서의 울무와 들깨의 생육 및 수량에는 배수보다는 토성이 더 큰 영향을 미친다고 할 수 있다.

結論 및 要約

논을 밭으로 轉換하였을 때 울무와 들깨를 재배할 수 있는지를 알아보고자 실험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 식양토보다는 지하수위가 항상 높게 유지되는 사양토에서 울무 및 들깨의 초기생육이 월등히 좋았다.
- (2) 수확기에 조사한 결과 울무의 草長, 分蘖數, 株當粒數, 登熟率, 1000粒重 및 株當收量은 식양토에서 보다는 사양토에서 재배한 것이 양호하였다.
- (3) 수확기까지 사양토에서 재배한 들깨의 草長, 株當葉數 및 1000粒重은 식양토에서 재배한 것보다 좋았으나 株當收量은 차이가 없었다.
- (4) 排水區에 따른 울무와 들깨의 초기생육을 조사한 결과 울무의 草長 및 分蘖數, 들깨의 葉數는 명거배수구와 지표배수구간 차이가 없었으나 들깨의 草長은 지표배수구에서 더 양호하였다.
- (5) 수확 후 울무의 수량관련 형질을 조사한 결과 草長만 명거배수구에서 컷을 뿐 다른 형질은 명거배수구와 지표배수구간 차이가 없었다.
- (6) 들깨의 수량을 조사한 결과 株當葉數, 株當收量은 차이가 없었으나 草長 및 1000粒重은 지표배수구에서 양호하였다.
- (7) 결론적으로 논을 밭으로 轉換하여 울무와 들깨를 재배할 경우 식양토보다는 배수가 좋은 사양토가 적합하며, 배수는 지표배수만으로도 충분할 것으로 생각된다.

이상의 결과로 보아 앞으로 추진되어야 할 사항은 ① 3차년 도까지 연속적인 실험결과가 필요하다. 이것은 연작과 이에 따른 생육 및 수량에 미치는 영향 평가가 담전윤환 사업에 필요하기 때문이다.

② 논 -> 밭 -> 논의 轉換에 따른 생육과 수량 비교 시험이 필요하다.

③ 논을 밭으로의 轉換으로 벼에 발생하던 병충해의 발생여부 조사도 중요한 사항이 된다.

④ 지금까지의 기초자료를 토대로 최소한도 10a 정도의 큰 면적에서 재배시

험이 수행되고 이에 대한 경제분석이 이루어져야 할 것이다.

인용문헌

1. 한일농업공동연구단. 1990. 한일농업공동연구사업보고서. pp.138-143.
2. 한일농업공동연구단. 1991. 한일농업공동연구사업보고서. pp.106-116.

3. 밭작물의 生育 및 收量反應

근년에 畚作에서의 벼의 증산으로 쌀의 자급은 달성되었으나 다른 식량작물의 부족으로 식량자급도는 매년 감소하고 있고 농산물 개방 압력이 점차 거세지고 값싼 농산물의 대량 유입으로 농업경영상에 여러 문제점들이 발생되고 있는 가운데 농경지의 汎用化 및 답전유회환에 의해 밭작물과 사료작물 및 채소 재배 등으로 다각화하여 收益性을 제고하려는 노력이 이루어지고 있다.

논의 밭 轉換에 따른 문제점을 보면 크게 밭작물에 대한 습해대책(배수토양 관리), 작물의 선택, 답전유회환에 있어 토양관리 및 잡초방제 등으로 대별할 수 있다. 畚田轉換경지는 기존 밭과 토양의 종류 및 구조가 다름으로 작물의 지하부 환경이 달라 畚田轉換경지에 있어서 전작물로 주요한 보리, 콩, 감자 등의 생산성을 검토하는 것은 자급도 향상과 省力機械化 측면에서 의미가 클 것이다. 이에 따라 본 실험에서는 논 轉換 후 2년차에서 밭작물의 生育에 대해 검토하고자 실시된 포장 시험 결과를 보고하고자 한다.

일반적으로 답전유회환의 장점은 지력 증진, 잡초감소, 연작장해회피, 수량증대, 노력절감 등으로 지적하고^{3,4)} 있으나 이는 모든 경우에 해당하는 것은 아니며 논을 밭으로 이용할 경우 습해방지를 위한 물관리, 물리화학성의 악화 등 해결되어야 할 문제들이 나타난다고 한다.^{5,6,7)} 日本農林水産技術會議事務局(1988)에 의하면 대체로 지하수위 50 - 60cm 이하에서는 모든 작물의 재배에 지장이 없으며 콩 등은 지하수위 30cm 이하에서 정상적으로 生育하고 맥류는 60 - 70cm 지하수위에서 生育이 정상적이라고 하는데 밀은 25cm 이하에서 충분한 수량을 내며, 보리는 65cm 이하에서 안정 수량을 낸다고 하여 보리가 습해에 보다 약함을 보고하고 있다.⁸⁾ 답전유회환은 토양특성 및 작물의 생산성을 향상시켰으나 일정한 田地化 기간이 필요하다고 하며¹⁾ 박²⁾ 등의 보고에 의하면 만파된 콩의 수량은 논 轉換 연수가 경과할수록 증가하여 4년차에서는 기존의 밭 포장

과 비슷한 것으로 나타났다 한다.

우리 나라에서 감자의 일반적인 作付體系를 보면 평야지대에서는 가을채소의 前作으로 가장 많이 재배하고, 畚前作으로도 약간 재배하며, 早期栽培畚의 後作이나 밭에서의 麥後作 등으로 秋作栽培를 하기도 한다.¹⁰⁾

材料 및 方法

재배실험을 위한 시험포장은 서울대학교 농업생명과학대학 실험농장(사양토)과 농촌진흥청 작물시험장 수도재배과 시험포장(식양토)의 2곳을 선정하여 각각 지표배수와 명거배수의 처리를 두어 이루어졌다.

보리는 장려품종인 을보리, 그루밀을 공시하였으며 1992년 10월 13일에 조간 15cm, 이랑너비 1.2m, 골너비 30cm의 세조파로 15Kg/10a의 종자량을 파종하였다. 시비는 기비로 N P K 각각 성분량 7-12-9Kg/10a, 추비는 1993년 3월 10일에 7-0-0Kg/10a를 시비하였으며 관리는 표준 재배법에 준하였다.

감자는 장려품종인 수미감자(봄재배), 대지감자(가을재배)를 공시하였으며 봄감자는 1993년 3월 18일에, 가을감자는 1993년 7월 24일에 파종하였다. 봄감자는 파종 때에 흑색 필름으로 멀칭하였으며 가을감자는 육아 후 1993년 8월 18일에 이식하였다. 재식거리는 봄감자는 60 x 25cm로, 가을감자는 60 x 30cm로 하였으며 시비량은 N P K = 10-10-12Kg/10a로 전량 기비로 사용하였다.

처리는 토성으로서는 사양토와 식양토를, 배수조건으로서는 지표배수와 명거배수로 하였다.

콩은 장콩으로 황금콩(장려품종), 나물용으로 방사콩(장려품종)을 공시하였으며 1992년 6월 22일에 조간거리 60cm로 10Kg/10a(황금콩), 5Kg/10a(방사콩)의 파종량으로 조파하였으며 시비는 N-P-K :4-7-6/10a로 전량 기비로 주었다. 그리고 사양토와 식양토에 배수 조건으로 각각 지표배수와 명거배수 처리를 하였다. 기타의 재배 관리는 표준 재배법에 의하여 행하였다.

結果 및 考察

1) 밀, 보리의 生育 및 收量反應

월동율을 보면 표 30에 나타난 바와 같이 을보리보다 그루밀의 월동율이 높았으며 사양토에서 생육한 밀, 보리가 식양토에서 생육한 밀, 보리보다 월동율이 더 높은 것으로 나타났다. 배수조건에 따라서는 지표배수가 명거배수

보다 월동율이 높게 나타났다.

표 30. 논 轉換 밭에서 밀, 보리의 월동율

작 물	토 성	배수처리	월동율
올보리	사양토	명거배수	65.7
		지표배수	70.7
	식양토	명거배수	58.9
		지표배수	50.7
그루밀	사양토	명거배수	79.3
		지표배수	86.2
	식양토	명거배수	70.4
		지표배수	63.5

처리에 따른 밀, 보리의 생육 상황을 보면 표 31과 같다. 즉 엽록소 함량과 출수일은 토성과 배수처리간에 큰 차이는 보이지 않았으나 草長은 밀 보리 모두 사양토에서 식양토에 비해 현저하게 컸다.

표 31. 논 轉換 밭에서 밀, 보리의 생육(93.04.26)

작 물	토 성	배수처리	엽록소함량 (mg/g F.W.)	초장 (cm)	출수일
올보리	사양토	명거배수	3.1	48.3	5/3
		지표배수	3.2	48.7	5/2
	식양토	명거배수	3.1	32.7	5/3
		지표배수	3.3	45.3	5/3
그루밀	사양토	명거배수	2.9	44.4	5/8
		지표배수	3.1	48.1	5/9
	식양토	명거배수	3.2	37.7	5/6
		지표배수	3.3	35.8	5/8

표 32. 논 轉換 밭에서 밀, 보리의 수량 및 수량 구성요소

작물	토성	배수처리	수량(kg/10a)	1m ² 당 穗數	穗當粒數	100粒重(g)
올보리	사양토	명거배수	400.0	822.5	15.7	31.0
		지표배수	413.8	569.2	20.9	34.5
	식양토	명거배수	393.9	530.8	23.2	31.8
		지표배수	397.4	620.0	21.1	30.3
그루밀	사양토	명거배수	520.0	623.3	22.9	35.8
		지표배수	513.7	627.5	19.4	42.2
	식양토	명거배수	519.4	590.8	21.6	40.7
		지표배수	491.7	620.0	19.6	40.5

보리와 밀의 收量 및 收量構成要素를 보면 표 32에 나타난 바와 같으며 수량은 사양토에서 식양토보다 약간 높게 나타났으며 배수처리별로는 보리에서 지표배수에서 명거배수에 비해 약간 높았고 밀에서는 명거배수에서 수량이 약간 높은 경향이나 그 차이는 미미하였다. 收量構成要素를 살펴보면 단위면적당 穗數는 밀, 보리 모두 식양토에 비하여 사양토에서 많았고 배수처리의 영향은 일정한 경향을 나타내지 않았고 穗當粒數 및 100粒重은 처리효과가 미미하였고 또한 일정한 경향을 나타내지 않았다. 따라서 단위면적당 穗數가 收量에 가장 크게 영향을 준 것으로 판단된다.

2) 감자의 生育 및 收量反應

봄감자의 總薯收量은 사양토에서 식양토에 비하여 생육이 왕성하여 표 33에서 보는 바와 같이 2.2배에 이르는 평균 2,074kg/10a이 생산되었고 上薯收量은 사양토에서 식양토보다 2.4배 많은 평균 1,826kg/10a가 생산되었으며 지표배수가 명거배수의 경우보다 수량이 높게 나타나 수량이 배수처리에 의한 것보다는 토성과 지력에 의한 영향이 뚜렷한 것으로 나타났다.

상서울은 토성과 배수처리별로 큰 차이는 나타나지 않았으나 上薯평균무게는 사양토가 식양토보다 평균 1.5배 많은 것으로 나타나 사양토에서의 감자생산이 수량과 품질 면에서 우수한 것으로 나타났다.

가을감자의 경우는 표 34와 같으며 최아 정식 시기가 다소 늦어져 감자의 절대수량이 전반적으로 다소 낮은 편인데 총서수량은 사양토에서 식양토보다 1.8

배 많은 평균 1,7934kg/10a가 생산되었고 상서수량은 사양토에서 식양토보다 2.1배 많은 평균 1,636kg/10a가 생산되었으며 지표배수가 명거배수의 경우에 비하여 수량이 높게 나타나 수량이 배수처리에 의한 것보다는 토성과 지력에 의한 영향이 뚜렷한 것으로 나타났다.

상서율은 토성별로 큰 차이가 나타나 상서 평균무게는 사양토가 식양토보다 평균 1.8배 많은 것으로 나타나 사양토에서의 감자생산이 수량과 품질 면에서 우수한 것으로 나타났다.

표 33. 논 轉換 밭에서 감자의 수량(봄감자)

토 성	배수처리	總薯수량 (Kg/10a)	上薯수량 (Kg/10a)	上薯率 (%)	上薯평균무게 (g)
사양토	명거배수	1826	1569	85.9	83
	지표배수	2322	2083	89.7	91
식양토	명거배수	769	616	80.1	50
	지표배수	1083	906	83.7	67

표 34. 논 轉換 밭에서 감자의 수량(가을감자)

토 성	배수처리	總薯수량 (Kg/10a)	上薯수량 (Kg/10a)	上薯率 (%)	上薯평균무게 (g)
사양토	명거배수	1,697	1,495	88.1	120.4
	지표배수	1,889	1,778	94.1	160.8
식양토	명거배수	1,518	1,199	79.0	104.4
	지표배수	469	357	76.1	54.2

3)콩의 生育 및 收量反應

콩의 생육 및 수량을 보면 표 35의 가. 나. 와 같다. 처리별 콩의 생육정도를 보면 지표배수의 경우에 2품종 모두 사양토에서 식양토에 비하여 立苗數는 현저히 적으나 생육정도는 왕성하여 수량이 현저히 적은 것으로 나타났다. 그리고

명거배수의 경우에는 立苗數는 방사콩에서는 식양토에서, 황금콩에서는 사양토에서 많았으며 생육정도는 2품종 모두 식양토에서 다소 우량한 편이나 특히 莢當粒數가 식양토에서 현저히 적어 사양토에서 수량이 많은 것으로 나타났다.

표 35. 논 轉換 밭에서 콩의 收量 및 收量構成要素.
가. 지표배수

항 목	방사콩		황금콩	
	사양토	식양토	사양토	식양토
경장	58.0	46.0	61.6	54.3
분지수	4.5	3.3	3.3	2.6
입묘수	20,582	23,771	20,386	24,645
주당협수	71.5	62.6	41.5	40.5
협당립수	1.26	0.93	1.73	1.20
100粒重	13.46	14.52	23.95	23.59
수량	249.2	201.1	350.0	283.1

나. 명거배수

항 목	방사콩		황금콩	
	사양토	식양토	사양토	식양토
경장	62.9	63.8	53.4	69.7
분지수	2.8	3.2	2.6	3.0
입묘수	28,222	30,426	28,256	25,723
주당협수	43.6	52.9	25.5	33.5
협당립수	1.55	1.00	2.13	1.69
100粒重	13.43	13.85	23.93	23.03
수량	256.2	223.3	367.8	335.4

한편 배수처리에 따른 수량의 차이를 보면 품종 및 토성에 관계없이 명거배수구에서 지표배수구에 비하여 품종이 많은 것으로 나타났는데 지표배수의 평

균수량은 270.8kg/10a, 명거배수의 평균수량은 295.7kg/10a로 나타나 명거배수가 지표배수보다 평균적으로 25kg/10a 많은 것으로 나타나 명거배수의 효과를 나타내었다. 토성간 비교에서는 사양토의 수량 평균이 305.8kg/10a, 식양토의 평균이 260.7kg/10a로 나타나 사양토와 식양토 간에 평균 45.1kg/10a의 차이가 존재하여 사양토에서의 수량이 식양토에서의 수량보다 현저히 많음을 나타냈다. 배수방법간의 차이보다는 토성간의 차이가 더욱 크게 나타나 콩의 수량이 배수방법의 차이보다는 토성의 차이가 수량에 더욱 크게 영향을 알 수 있다.

結論 및 要約

논의 발전환 후 2년차에 토성과 배수방법을 달리하여 사양토와 식양토에서 지표배수와 명거배수의 처리를 두어 보리, 감자, 콩 등의 주요 발작물의 생육 및 수량에 대해 검토하고자 실시된 포장시험 결과는 다음과 같다.

- (1) 보리와 밀의 수량은 사양토에서 식양토보다 높게 나타났으며 배수처리별로는 보리에서는 지표배수가, 밀에서는 명거배수가 높았다.
- (2) 봄감자의 上薯 수량은 사양토에서 식양토보다 2.4배 많았으며 지표배수가 명거배수의 경우보다 수량이 높게 나타났다.
- (3) 가을감자의 上薯 수량은 사양토에서 식양토보다 1.8배 많았으며 지표배수가 명거배수의 경우보다 높게 수량이 높게 나타났다.
- (4) 콩의 수량은 사양토와 명거배수에서 높게 나타났으며 토성간의 차이가 배수방법간의 차이보다 수량의 차이가 많았다.

참 고 문 헌

1. 김이열, 조인상, 엄기태, 박문의. 1991. 畝田輪換 形態別 土壤特性 및 作物 生産性 變化. 농촌진흥청 농시논문집(토양비료편) 33(2):18-23.
2. 박용진, 서형수, 김용철, 이진모. 1991. 畝田轉換耕地에 있어서 雜草發生樣 相 및 大豆收量. 농촌진흥청 농시논문집(전.특작편) 33(2):1-7.
3. 조재영, 윤상현, 이은웅. 1989. 新稿栽培學. 향문사. p236-237 향문사
4. 大久保陸弘. 1989. 地方と田畑輪換, 作付體系. 農業および園藝 64(1) : 133-140
5. 張谷川周一. 1986. 轉換畑土壤中水分移動. 土壤の物理性 53:13-19
6. 高橋和夫. 1986. 四國地域の轉換畑大豆栽培における基礎整備, 施肥, 土壤管理の諸問題. 農林水産性農業研究センター.
7. 久津那浩三, 宮奇直美. 1983. 水田の畑轉換による土壤理學性の變化. 北海

道農試研報 137:107-125

8. 農林水産技術會議事務局. 1988. 水田農業の基礎技術-轉換田研究の主要成果 情報.
9. 吉田稔. 1979. 水田轉作轉換畑土壤の化學. 日本土壤肥料學會編 5-22.
10. 조재영 외. 1992. 田作(三訂). 향문사

4. 채소의 生育 및 收量

우리 나라는 그 동안 주식인 쌀의 자급자족의 문제를 해결하기 위한 총력적인 연구의 결과로 쌀의 단위생산량이 높아졌을 뿐만 아니라 소비패턴이 달라져 쌀이 남아도는 등 새로운 생산 및 소비의 시대로 접어들고 있다. 이에 농업생산의 다양화와 농경지 생산성 향상을 위한 일환으로 답전유회환에 관한 연구가 진행되어지고 있는데 이러한 논토양에서 원예작물을 재배하면 농산물의 공급탄력성을 높이고 연작장해를 회피하고⁵⁾ 토양중 염류집적 등이 경감되며 시비량과 잡초발생 등을 줄이면서 전작물과 미곡 모두 단위면적당 수량을 높일 수 있을 것으로 알려지고 있다. 특히 토양 화학적으로 보면 논이 밭상태가 되면 관수에 따라 염기의 증가가 적어지고 강우에 의해 土層内の 염기가 용탈되므로 산성화되어 건습, 탈수, 산화의 반복으로 유기물의 분해가 용이할 뿐 아니라 밭으로 되면 암모니아태 질소, 칼륨 등의 흡수력이 증가되는 등 토양화학성도 달라진다고 한다¹⁰⁾.

또한 답토양은 인위적 담수에 따라 표토로 부터 회색화되며 답전유회환시에는 숙답화와 반대로 회색의 감퇴 정도로서 토양의 상태를 나타낼 수도 있다고 한다¹⁵⁾.

金 등(1990)에 의하면 畚田輪換시에 표토의 가비중과 경도는 유회환구가 양호한 경향이고 심토로 갈수록 유회환지의 경도가 악화되었으며 토층내 3相은 유회환지의 공극율이 증가하였으며 밭상태 年次에 따라 심토의 기상율이 증가한다고 하였다.

작물은 여러 가지 토양의 물리성과 염류집적과 병충해를 회피하기 위하여 윤작을 실시하는데, 鄭(1982)에 의하면 일반적으로 시설재배에서의 윤작체계는 과채류(상치, 오이, 고추, 배추)를 중심으로 하여 토지이용율이 가장 높고 그 다음이 엽채류 중심구, 근채류 중심구, 답전유회환구 등의 순이었고 병충해 발생은 답전유회환식이 가장 낮았다고 하였다.⁵⁾

한편 金 등(1986)에 의하면 고추를 연작하고 있는 시설재배에서의 역병의 발생양상을 보면 2월말에서 3월 상순에 발생하여 수확최성기인 4-5월에 심하여 발병하여 포기전체가 고사하고 수량이 크게 감소한다고⁷⁾하는 등 특히 고추재배 시에는 역병을 회피하는 방법으로 담전윤환포장의 이용가치가 높을 것으로 여겨진다.

이와 같이 변화되는 토양상태에서 여러 가지 장점에도 불구하고 원예작물의 생육반응은 다양하게 나타난다. 우리 나라의 강우량은 여름철에 집중되므로 여름철 논 轉換 밭에서의 재배되는 작물은 습해를 받기 쉽다. 근권부위의 용존산소가 저하되면 근호흡의 저하를 초래하여 각종 생리장해를 일으킨다고 한다. 뿌리의 저산소조건에서 에틸렌이 발생하는데, 뿌리에서는 12시간후에, 잎에서는 24시간후에 발생되었다는 보고²⁰⁾로 부터 뿌리의 浸水상태가 지상부의 에틸렌 생성에 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

채소작물은 대부분 습해에 약하므로 경작지의 배수법이 개선이 필요할 뿐만 아니라 새로운 재배법의 개발도 필요하다.

벼재배가 이루어지던 논은 밭과는 토성 및 토양수분조건이 상이하므로 논을 밭으로 轉換한 포장에서 채소작물을 재배하기 위해서는 이러한 토성 및 토양수분조건에 따른 작물의 생육반응에 대한 연구가 선행되어야 할 것이다.

이에 본 연구에서는 우리 나라에서 재배되고 있는 주요 채소의 논을 밭으로 轉換한 포장의 토성 및 토양수분조건에 따른 채소작물의 생육 및 收量性을 조사하고, 적합한 재배토양조건 및 지하수위수준을 구명하기 위한 기초자료를 얻고자 수행하였다.

材料 및 方法

본 연구에 공시된 작물은 토마토, 고추, 배추, 무 등이다. 토마토는 1993년 2월 23일에 과종하여 서울대학교 농업생명과학대학 부속온실에서 육묘한 토마토(품종:광수)모종을 1993년 5월11일에 대학부속농장포장(Sandy loam soil)과 작물시험장포장(Clay loam soil)에 정식하였다. 정식당시의 토마토는 1화방이 개화한 상태였으며, 120cm 폭의 이랑에 60x50cm 간격으로 2조식으로 정식하였다. 정식전에 흑색필름으로 멀칭하여주었고 5월 14일에 지주를 세워 주었으며 시비는 관행에 준하였다. 결순을 모두 제거하여 외대 가꾸기로 재배하였고, 6월 29일 이후에 5화방 위의 3엽을 남기고 적심 하여 5단재배하였다. 6월 11일과 7월 8일에 생육조사를 실시하여 초고, 葉數, 화방별 개화수, 고엽수를 조사하였고, 성숙한 토마토는 착색되기 시작하면 즉시 수확하여 과중을 측정하였다.

7월 20일에 토마토의 미성숙 과실을 모두 수확하여 착과 수와 과중을 측정하였으며, 토성에 따른 토마토 과즙의 pH와 당도를 알아보기 위해 7월 16일에 수확한 토마토 과실을 blender로 갈아서 여과한 후에 pH meter(Hanna)를 사용하여 측정하였고, 당도는 당도계(Shimadzu)를 사용하여 측정하였다.

고추는 1993년 2월 23일에 파종하여 서울대학교 농업생명과학대학 부속온실에서 육묘한 고추(품종:금탑)모종을 1993년 5월11일에 사양토인 대학부속농장포장과 식양토인 작물시험장포장에 정식하였다. 정식전에 흑색필름으로 멀칭하여 주었으며 재식거리는 50x90cm 간격으로 하였고 시비는 관행에 준하였다. 도복을 방지하기 위해 6월 12일과 7월 1일에 두차례에 걸쳐 줄을 쳐주었고, 6월 11일과 7월 8일에 생육조사를 실시하여 초고, 개화수, 착과 수를 측정하였다. 개화수와 착과 수는 고추의 분지중 하나를 택하여 측정하였다. 7월 20일에는 浸水해를 보이는 작물시험장포장의 고추의 미성숙 과실을 수확하여 과중을 조사하였으며 비교를 위해 부속농장포장의 것도 동일하게 수확하여 과중을 측정하였다. 이후에는 Sandy loam 토양의 착색된 과실을 수확하여 수량을 조사하였다.

배추는 비닐 연결 포트에 상토를 채우고 삼진 배추를 파종하여 본엽이 5매이고 草長이 10cm 내외인 묘를 45x45cm 간격으로 정식하고, 포장은 농장의 사양토와 작시의 식양토에서 실시하였고 비배관리는 관행에 준하였다. 생육조사는 1993년 11월 5일에 구고, 구폭, 구중을 조사하였다.

무는 포장을 정리한 후 청수궁중무와 배경무를 각각 농장 사양토와 작시 식양토에 30 x60cm간격으로 1993년 8월 20일에 파종하였다. 비배관리는 관행에 따랐고, 1993년 11월5일에 수확하여 葉數, 엽장, 근중, 근장, 근경 등을 조사하여 근형지수를 계산하였다.

結果 및 考察

1) 토마토의 生育 및 收量反應

정식 4주후인 6월 11일의 생육상황을 보면 표 36 및 37에서 보는 바와 같이 두 토양 공히 초고, 葉數 및 개화수에는 차이가 없었으나 강우에 의해 사양토에서보다 식양토의 토마토에서 하엽의 괴사가 많았다. 정식 8주 후인 7월 8일에는 그 정도는 더욱 심하여 부속농장포장에서의 식물체의 괴사엽이 2 - 3매인 반면 작시포장에서의 괴사엽은 6 - 8매로 더 많았다.

표 36. 이식 4주 후의 토마토의 생육 (Jun. 11)

토성	草長 (cm)	葉數 (개)	괴사엽수 (개)	개 화 수				전체
				화		방		
				1	2	3	4	
사양토	83.9	19.8	1.4	5.5	5.8	4.5	1.7	17.5
식양토	83.4	19.3	2.2	5.1	5.7	5.3	1.5	17.6

표 37. 이식 8주 후의 토마토의 생육 (Jul. 8)

토성	草長 (cm)	엽수 (개)	괴사엽수 (개)	개 화 수					전체
				화		방			
				1	2	3	4	5	
사양토	114.7	22.5	2.5	5.5	5.8	5.7	5.5	6.3	28.8
식양토	112.4	23.0	7.2	5.5	5.7	6.9	6.5	6.5	31.1

토성에 따른 토마토의 수량을 보면 표 38에서와 같이, 숙과의 경우 7월 5일의 초기 수량이 작시포장에서 다소 많았는데, 이는 강우에 의한 浸水피해로 제1화방의 과실이 노화가 촉진되어 퇴색이 빠르기 때문이며 7월 12일 이후에는 강우 피해의 증상이 적게 나타난 농장포장에서 성숙과와 미성숙과 공히 수량이 증대되었고 전체과실의 수량 역시 부속농장포장에서 높았다. 물론 침수의 피해에 의해 두 포장 공히 식물체 전엽이 위조증상을 간헐적으로 보이다가 7월 13일의 많은 강수량으로 두 포장 모두 위조된 잎이 7월 20일까지 회복되지 않았다.

두 포장에서의 이와 같은 생육 및 수량의 차이는 적은 양의 강우에 의한 침수피해는 작시포장에 비해 농장포장에서 완충능력이 커 빨리 회복 되었지만 다량의 강우에는 논을 밭으로 轉換한 토양이고 주변의 조건이 완벽한 배수가 안되는 불리한 조건인 낮은 지역이기 때문에 浸水해 피해가 컸던 것으로 여겨진다. 일반적으로 浸水에 의한 피해로는 근권의 산소가 결핍되어 호흡이 불량해지고 이에 따라 에틸렌이 발생하여⁶⁾ 뿌리에서의 에틸렌 생성촉진 자극에 의해 전구물질이 줄기로 이동되어 신초에서 에틸렌이 다량 생성된다. 이에 생리작용의 변화가 일어나고 줄기의 상편 성장, 부정근의 발달, 잎의 황화 등이 일어난다고 한다⁴⁾.

표 38. 토마토의 수량

토성 (Kg/10a)	숙 과				미 숙 과				수 량 7월 20일
	7월 5일		7월 12일		7월 19일				
	과실수 (개)	과중 (g)	과실수 (개)	과중 (g)	과실수 (개)	과중 (g)	과실수 (개)	과중 (g)	
사양토	9	968.5	51	6988.9	106	12358.1	152	12474.0	2,669
식양토	9	1160.8	60	4911.2	119	10062.9	122	10272.0	2,174

표 39. 토마토 과즙의 당도(Brix)와 pH(7월16일)

토 성	Brix	pH
사 양 토	5.48	4.17
식 양 토	5.60	4.15

토마토 과실의 당도에 있어서는 표 39에 나타난 바와 같이 작시포장(식양토)에서의 토마토가 농생대포장(사양토)에서 보다 다소 높았던 것은 浸水피해에 의한 뿌리의 산소공급이 부족할 뿐만아니라 이로 인한 수분 흡수가 적어지는 등 수분 스트레스³⁾에 의해 과실이 조기 성숙한 결과인 것 같다.

2) 고추의 生育 및 收量反應

정식 후 4주 후와 8주 후의 고추의 생육을 보면 표 40에 나타난 바와 같이, 사양토가 식양토에서 보다 草長에 있어서는 모두 다소 높게 나타났지만 개화수에 있어서는 4주 후에는 식양토에서 약간 높았고 8주 후에는 사양토에서 다시 높았다. 정식 10주 후에는 작시포장의 고추가 침수피해로 잎이 위조되어 회복이 불가능하였으므로 이 때까지의 수량을 알아보기 위해 결실과의 주당 총중량을 조사하였다. 표 41을 보면 사양토에서 수량이 높게 나타났는데, 荒木(1993)은 토마토에서 수분스트레스를 받으면 뿌리로 부터 수분흡수가 억제되어 과실에서 보다 잎의 수분포텐셜이 낮아져 과실에서 잎으로 수분이 이동된다고 하였는데, 과실의 개수에는 차이가 거의 없었던 것으로 보아 뿌리로 부터 수분흡수가 안 되는 상태에서 과실의 수분이 줄어든 때문으로 생각된다. 사양토인 농장포장의 고추는 강우의 피해로 부터 다시 회복되었으므로 숙과를 계속수확하여 수량을 조사하여 표 42 및 43에 나타냈다. 李 등(1975)은 고추는 천근성이면서도 부정근이 잘 발생하지 않는 특성 때문에 지상부에 비해 지하부의 발달이 나쁘고 T/R 율이 높아 풍해나 건, 습해에 약한 약점이 있으며 특히 고추는 내습성이 약한 작물로서 다습시 습해가 발생되고 지온이 낮아져 간접적인 장애가 유발되기 쉽다고 보고하고 있는 것과 관련하여 본 실험의 결과에서도 작은 토양의 수분조건에서도 강우에 의해 피해정도가 크게 차이나는 것을 확인할 수 있었다.

표 40. 토성별 고추의 생육

토 성	6월 11일		7월 8일	
	초장 (cm)	개화수(개)	초장 (cm)	개화수(개)
사양토	36.2	1.7 (0.6)	69.3	8.2 (4.9) ^z
식양토	33.5	2.1 (0.7)	63.0	7.7 (4.9)

z : 과실수

표 41. 토성별 고추의 수량(정식 10주후)

토 성	과 중(g)
사양토	264.7
식양토	155.2

*10주의 평균

표 42. 사양토에서의 고추의 수량

수확일	과 수	과 중 (g)
8월 1일	1.3	15.3
8월 7일	2.1	27.3
8월14일	3.4	44.1
8월24일	16.6	185.7
9월 4일	16.6	142.4

z : 20주의 평균과중(생체중)

표 43. 사양토에서의 고추의 총수량

20주의 합		20주의 평균	수량(kg/10a)
과 수	722	38.6	
과중(생체중)(g)	7962.2	398.1	191
과중(건물중)(g)	1592	79.6	

* 건물 중은 생체중의 20%로 계상한 수치임.

또한 이러한 이유에서 고추재배에 있어서는 이랑을 높여서 재배하는 기술이 발달되어 왔는데 평휴재배에서보다 고휴재배에 의해 20% 이상의 증수효과가 있고 역병발생율도 10% 이상 감소하였으며, 근권이 깊어진다고 하였는데^{8,11)}, 답

전윤환지는 대체로 지하수위가 높은 포장이므로 과습을 회피하기 위해 고풍재 배방법이 도입되어야 할 것이다.

3) 배추의 生育 및 收量反應

배추의 논 전환밭에서의 수량을 보면 표 44와 같이 사양토(농장)에서 식양토(작시)보다 많았다. 작시 토양은 사양토인 농장토양에 비해 습할 때에는 과습한 상태이고, 건조할 경우에는 땅이 굳어져서 근계 발달이 불리할 것으로 판단되었다. 두 포장에서 공히 가장 생육이 왕성할 시기에 강우가 부족하였으나 인위적인 관수를 하지 않았으므로 球의 肥大는 양호하지 않았다. 배추의 재배에서 관수처리는 엽신장에 영향을 미치나 葉數에는 영향을 미치지 않았고 특히 관수처리와 질소시비는 상호작용으로 생체중이 크게 증가하였다는 결과¹⁸⁾를 보면 건조시의 관수는 작물의 생육을 크게 좌우한다. 그러나 농생대농장의 밭 토양에서는 바이러스병이 심하였으나 논전환밭 토양에서는 浸水 피해를 제외하고는 병의 피해는 발견되지 않았다. 또한 배추는 무와는 달리 육묘하여 정식하였으므로 입모을에는 강우나 포장에 따라 영향을 받지 않았고 초기 생육시 관수 피해를 줄만한 강우는 없었으므로 결주율도 없었다. 李 등(1992)의 실험에서도 대두의 생육상황은 경운휴림인력점과에서 가장 양호하였고 무경운구에서는 입모을 및 생육이 떨어지는 것으로 밝히고 있는 데, 토양의 상태에 따라서 작물의 생육에 크게 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

표 44. 논 전환 밭에서의 배추의 생육.

품 종	포 장	球高(cm)	球幅(cm)	球重(g)	수량(kg/10a)
삼 진	사양토	25.1	17.5	1406.0	6748.8
	식양토	23.6	17.1	1126.0	5404.8

4) 무의 生育 및 收量反應

1992년 지하수위별 생육반응에 대해서 실험한 결과 지하수위에 따른 무의 생육이 다르다는 것이 확인되었고 본 실험에서는 논 전환밭에서의 특이한 토양환경조건에서의 무의 생육을 알아보기 위해 가을 김장용 무인 백경무와 단무지용

청수궁중무의 생육을 알아보았는데 그 결과는 표 45과 같다.

대체로 근장에 있어서는 식양토(작시포장)보다 사양토(농장포장)에서 길었는데 그 정도는 뿌리의 근형 지수가 큰 청수궁중무에서 두드러졌다. 또한 근중에서 마찬가지로 무의 품종에 관계없이 농장포장에서 컸는데 평균 무게는 백경무가 컸다. 한편 근형 지수로 미루어 볼 때 고유형태는 청수궁중무가 크고 백경무가 작는데, 포장에 따라서 근형 지수에 있어서의 차이는 백경무에서보다 청수궁중무가 차이가 크게 나타났다. 또한 뿌리길이의 신장에 영향을 준 것은 작토층의 깊이의 차이에 의하여 다소간 영향을 받지만 지하수위가 높고 토양수분이 더 많은 작시토양에서 영향이 큰 것으로 나타났는데 지하수위에 의한 氣根의 발생과 관계가 깊다. 이는 1992년 지하수위별 실험결과와 같은 것으로서 지하수위가 높은구에서 기근 발생정도가 심했던 것과 동일하였다.

표 45. 논전환 밭에서의 무의 생육 및 수량

품종	토성	엽장 (cm)	근장 (cm)	엽중 (g)	근중 (g)	엽수 (개)	근직경 (cm)	근형지수	수 량 (Kg/10a)
청수 궁중무	사양토	44.5	27.3	468.0	704.5	27.1	6.2	4.40	3719.8
	식양토	42.8	15.9	266.0	300.0	24.4	5.8	2.74	1584.0
백경무	식양토	33.6	14.7	214.0	727.7	16.4	10.1	1.46	3842.3
	식양토	33.7	11.4	119.0	382.0	14.1	7.7	1.48	2017.0

한편 무는 직근성 근채류로서 포장에 직파해야 하는데 농장포장은 결주율이 대략 청수궁중무에서 40%, 백경무에서 57%이었는데, 농장포장에서 결주율이 높았던 것은 파종후 강우에 의한 浸水로 발아율이 떨어졌기 때문인데 발아되기 전에 포장에 권 물이 신속하게 배수되지 못한 때문인 것 같다. 반면 작시 포장에서는 거의 결주가 없는 것으로 보아 토양수분이 발아하기에 적합하여 파종 후 즉시 발아되었기 때문이다. 2일 이내의 浸水로는 배추 및 무가 치사에 이르지 않고 2일 이상의 침수에서 생존율은 급격히 감소하여 8일 이상의 연속적인 관수에서는 모두 치사한다고^{16,17)}한다. 특히 약간의 침수 정도의 차이에 의해 결과가 현저하므로 작토의 평탄화가 중요한 것으로 판단되었다. 또한 이를 극복하기 위해서는 고품재배를 하는 편이 좋을 것이다.

結論 및 要約

농경지 生産性提高를 위한 기초자료를 얻기 위하여 논을 밭으로 轉換한 포장에서 과채류인 토마토와 고추와 엽채류인 배추와 무의 生育 및 收量反應을 알아보기 위하여 실시한 실험의 결과는 다음과 같다.

- (1) 토마토는 작물시험장의 식양토에서보다 부속농장의 사양토에서 생육이 좋았고 수량도 높았다.
- (2) 고추는 작시포장에서는 여름철 강우에 의한 浸水로 모두 고사한 반면 농생대포장의 토양에서는 크게 피해는 없었다.
- (3) 배추와 무는 공히 농장포장에서 생육 및 수량이 우수하였다.

인 용 문 헌

1. 秋葉日諺, 丸尾 達, 伊東 正. 1991. 水分ストレスがトマトにおける炭水化物の分配および果實品質に及ぼす影響. 園學雜 60別2:268-269.
2. 荒木 陽一. 1993. 토마토의 體內水分과 器官間水分競合との關係. 園學雜 62 (1):121 -128.
3. 정연규. 1982. 전남지방 시설원예에 있어서 작부체계에 관한 연구. 순천대논문집 1:209-221.
4. Kawase, M. 1972. Effect of flooding on ethylene concentration in horticultural plants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(5):584-588.
5. 김희규, 박중춘, 조정래, 엄성균. 1986. 진주근교의 시설 원예 재배환경과 병해충 발생에 관한 연구 제4보. 주요 병해충 발생양상. 경상대 농업연구소보 20:49-57.
6. 김광용, 박상근, 신영안, 신지애. 1988. 고휴재배가 고추근권환경, 생장, 역병 발생 및 수량에 미치는 영향. 농시논문집(원예)30(2):1-5.
10. 김이열, 조인상, 엄기태, 박문희. 1991. 답전윤환 형태별 토양특성 및 작물생산성 변화. 2. 토양의 화학성 및 작물생산성 변화. 농시논문집(토양비료) 33(2):18-23.
11. 加藤 徹. 1971. 피-망의 着果習性と 生産安定策. 農及園46:1323-1326.
12. 이재생, 정연태, 노영팔, 김종수. 1992. 답전윤환 토양에서 경운 및 파종방법이 토양물리성과 대두의 수량에 미치는 영향. 농시논문집(토양비료) 34(1):15-22.

13. 이병일, 윤진영. 1975. 폴리에틸렌멀칭에 의한 지온상승이 고추의 생육 및 수량에 미치는 영향. 한원지 16:185-191.
14. 농협연감. 1993. 농업협동조합중앙회.
15. 박창영, 박은호, 노영팔, 정연태, 이수관. 1991. 담전유회지의 토양특성변화. 1. 토양물리성 변화. 농시논문집(토양비료)33(3):73-80.
16. 朴炫九, 金鶴鎭. 1982. 水分 포텐셜이 무우, 배추의 發芽에 미치는 影響. 順天大論文集.pp473-479.
17. 朴權瑀, D. Fritz. 1990. 무우의 바람들이에 미치는 栽培時期, 收穫期, 施肥 및 土壤水分含量的 影響. 韓園誌 31(1):1-6.
18. 서효덕. 1985. 관수, 재식밀도 및 질소수준이 배추의 생육과 수량에 미치는 영향. 농시논문집(원예) 27(1):27-38.
19. 田中 征勝. 1990. 田輪換畑における露地トマトの環境管理法と作付體系. 農業および園藝 65(8):42-54.
20. W, J. and K. N. Arteca. 1992. Effects of low O₂ root stress on ethylene biosynthesis in tomato plant. Plant Physiol. 98:97-100.

3.4.5 논이 밭으로 전환한 후 작물 재배에 따른 生態環境(잡초) 변화 조사

국내의 耕作地 종류별 잡초발생 草種에 있어서는 논인 경우 18과 29종, 밭인 경우 46과 216종이 발생한다고 하며, m²당 잡초발생량에 있어서는 논인 경우에는 19.3g인데 비해 밭에서는 60.3g으로 밭에서의 잡초발생이 많을 뿐만 아니라 다양하다고 한다¹⁾.

또한 담리작 포장에서는 田作地에서 상대적인 발생량이 적었던 越年生 잡초인 篤새풀, 벼룩나물, 별꽃, 냉이, 마디풀 등이 多發生한다고 한다.¹⁾

한편 담전 유회시 잡초발생의 변화는 논을 밭으로 轉換 1년차에는 들피, 참방동산이, 밭뚝외풀, 논뚝외풀, 한련초, 여뀌바늘, 마디꽃 등이 多發生한다고 하며, 배수가 양호한 논에서는 밭으로 轉換후 3년 이상이 경과되면 보통 밭과 유사한 잡초군락이 형성되나 배수가 불량한 논에서는 잡초종의 교차가 늦어진다고 하며²⁾, 논인 건답재배 경우에는 피, 바랭이, 가막살이, 조개풀, 자귀풀 등의 1년생 습생잡초가 多發生된다고 한다³⁾. 또한 일본의 보고에 의하면 논을 3년 동안 밭으로 轉換시 대부분의 다년생 水生雜草는 地下莖의 수분 결핍에 의해 고사하였

으나 올방개의 지하경과 올챙이고랭이의 종자는 3년째까지 생존함으로서 논으로 재전환시 문제잡초로 등장할 수 있다고 하였다⁴⁾.

토성에 따른 잡초발생량에 있어서는 양토나 식양토에서 사토나 식토에 비해 잡초발생량이 많았으며⁵⁾, 배수가 양호한 밭일수록 잡초가 다양하게 발생한다고 한다¹⁾.

따라서 본 연구는 논을 밭으로 轉換한 포장을 대상으로 토성 및 지하수위에 따른 잡초발생량의 연차적 변이를 파악하고 그에 따른 잡초방제 대책을 수립코자 수행되었다.

材料 및 方法

농생대의 사양토포장과 작물시험장에 위치한 식양토포장에서 연차간의 잡초발생량의 변화와 草種의 변화를 알고자 1년차 夏季雜草 조사에 이어 2년차에도 夏季雜草를 조사하였다. 조사는 500cm² Quadrat를 이용하여 1993년 7월 2일에 각각 10회씩을 조사하였다.

結果 및 考察

토성별 잡초발생량에 있어서는 표 46에서와 같이 사양토(학교)포장보다는 식양토(작시)포장에서 잡초발생량 뿐만 아니라 종류도 많았는데 이는 사양토와 식양토간의 濕生雜草의 발생은 비슷하였으나 사양토에 비해 식양토에서 乾地形雜草의 발생량이 많았기 때문에 나타난 것이다.

1차년도 조사에서는 우점화 잡초가 중대가리풀, 논뚝외풀, 속속이풀에서와 같이 습지성 광엽잡초였으나 2차년도에는 사양토에서의 우점 草種은 뚝새풀(21.0%) > 나도겨풀(18.5%) > 피(13.0%) 순으로 화본과 濕地型 잡초인 뚝새풀이 우점한 반면 식양토에서는 바랭이(35.6%) > 뚝새풀(18.1%) > 나도겨풀(10.4%) 순으로 화본과 乾地型 잡초인 바랭이의 우점화함으로서 화본과 잡초로의 천이가 발생하는 것으로 나타났다.

한편 사양토(농생대 포장) 작물재배지와 식양토(작시) 작물재배지간의 1992년도와 1993년도의 2,500cm²당 잡초발생개체수에 있어서는 사양토에서는 1992년도에는 48.4개체이던 것이 1993년도에는 577개로 증가하였으며, 식양토에서는 1992년도에는 27.9개체이던 것이 1993년도에는 855개체로 1년 사이에 사양토에서는 12배가 식양토에서는 31배가 증가되어 답을 전으로 畝換시에는 해가 거듭될수록 잡초발생량이 급격히 증가됨을 알 수 있었다.

표 46. 학교(사양토)포장 및 작시(식양토)에서의 잡초발생량의 변화
(개체수/2,500cm²)

잡 초 명	과 명	생 태 형	사양토(농생대)		식양토(작시)	
			개 체 수	상대발생밀도	개 체 수	상대발생밀도
바랭이 미국개기장 독새풀 피 나도겨플	화본과	건지형	39	6.8	304	35.6
	화본과	건지형	12	2.1	39	4.6
	화본과	습지형	121	21.0	155	18.1
	화본과	습지형	75	13.0	45	5.3
	화본과	습지형	107	18.5	89	10.4
민들레 방가지뚱 중대가리풀 한련초 가막살이	국화과	건지형	35	6.1	53	6.3
	국화과	건지형	2	0.3	4	0.5
	국화과	습지형	37	6.4	47	5.5
	국화과	습지형	5	0.9	1	0.1
	국화과	습지형	5	0.9	-	-
속속이풀 논냉이	십자화과	반습지형	19	3.3	31	3.6
	십자화과	습지형	5	0.9	1	0.1
매듭풀 토끼풀	두과	건지형	-	-	2	0.2
	두과	건지형	3	0.5	2	0.2
여뀌 소리쟁이 애기수영	마디풀과	습지형	15	2.6	3	0.4
	마디풀과	습지형	4	0.7	4	0.5
	마디풀과	건지형	5	0.9	-	-
주름입 논뚝외풀	현삼과	습지형	5	0.9	25	2.9
	현삼과	건지형	8	1.4	1	0.1
바람하늘지기 방동산이	사초과	습지형	2	0.3	8	0.9
	사초과	습지형	18	3.1	18	2.1
여뀌바늘	바늘꽃과	습지형	11	1.9	5	0.6
들깨풀	꿀풀과	건지형	3	0.5	1	0.1

표 계속

잡 초 명	과 명	생 태 형	사양토(농생대)		식양토(작시)	
			개 체 수	상대발생밀도	개 체 수	상대발생밀도
사마귀풀	닭의장풀과	습 지 형	1	0.2	-	-
경 이 밥	경이밥과	건 지 형	3	0.5	1	0.1
벼룩나물	석 죽 과	반습지형	16	2.8	1	0.1
꽃 마 리	지 치 과	건 지 형	-	-	1	0.1
마 디 꽃	부처꽃과	습 지 형	-	-	2	0.2
명 아 주	명아주과	건 지 형	-	-	3	0.4
가시비름	비 름 과	건 지 형	-	-	6	0.7
쇠 비 름	쇠비름과	건 지 형	21	3.6	3	0.4
습 지 형 : 10과 17종		459	79.5(9과16종)		411	48.1 (9과15종)
건 지 형 : 11과 14종		118	20.5(8과10종)		444	51.9(11과13종)
합 계 17과 31종			577	100.1	855	100.0
발생 잡 초 의 과 및 종 수			13과 26종		16과 28종	
두 지역간의 유사성 계수			62.3			

또한 사양토와 식양토 사이의 유사성 계수에 있어서는 92년도에는 59.5이었으나 93년도에는 62.3으로 나타나 두토양 사이의 잡초군락이 92년도에 비해 93년도에 더 비슷하여 두토양간 잡초군락이 같아짐을 알 수 있었다.

발생잡초의 생태형 분포에 있어서는 92년도에는 사양토에서는 습지:건지생태형분포가 77.8 : 22.2, 식양토에서는 70.2 : 29.8이었으나 93년도에는 사양토에서는 79.5 : 20.5, 식양토에서는 48.1 : 51.9로 나타나 사양토보다는 식양토에 乾地型的 잡초로 천이가 빨리 일어남을 알 수 있었다.

표 47. 포장상태에 따른 잡초발생양상.

잡 초 명	과 명	생 태 형	잡초발생양태		
			밭포장	논포장	답전윤환포장
바랭이	화본과	건지형	◎	○	◎
강아지풀	화본과	건지형	◎	○	◎
미국개기장	화본과	건지형	◎	●	◎
독새풀	화본과	습지형	○	◎	◎
피	화본과	습지형	◎	◎	◎
나도겨풀	화본과	습지	○	◎	◎
민들레	국화과	건지형	●	○	●
방가지뚥	국화과	건지형	●	○	●
망초	국화과	건지형	◎	○	◎
중대가리풀	국화과	습지형	●	○	◎
한련초	국화과	습지형	●	●	◎
가막살이	국화과	습지형	●	◎	◎
미국가막살이	국화과	습지	○	◎	◎
바람하늘지기	사초과	습지형	◎	○	◎
방동산이류	사초과	습지형	◎	◎	◎
울챙이고랭이	사초과	습지형	○	◎	◎
울방개	사초과	습지형	○	◎	●
너도방동산이	사초과	습지형	○	◎	◎
파대가리	사초과	습지	○	○	◎
여귀	마디풀과	습지형	◎	◎	◎
소리쟁이	마디풀과	습지형	●	○	●
애기수영	마디풀과	건지형	○	○	○
고마리	마디풀과	건지형	●	○	◎
속속이풀	십자화과	반습지형	◎	●	◎
논냉이	십자화과	습지형	●	◎	◎
냉이류	십자화과	습지형	◎	○	◎

◎ : 多發生 ◎ : 多少多發生 ● : 多少發生 ○ : 發生거의 안함.

표 48. 포장상태에 따른 잡초발생양상.

잡 초 명	과 명	생 태 형	잡초발생양태		
			밭포장	논포장	답전윤환포장
자귀풀	두 과	건지형	○	◎	◎
매듭풀	두 과	건지형	●	○	●
토끼풀	두 과	건지형	●	○	○
주름입	현삼과	습지형	○	○	●
논쪽외풀	현삼과	습지형	●	●	◎
밭쪽외풀	현삼과	습지형	●	●	◎
벼룩나물	석죽과	반습지형	◎	○	◎
별꽃	석죽과	건지형	◎	○	◎
쇠별꽃	석죽과	건지형	●	○	●
사마귀풀	답의장풀과	습지형	○	◎	◎
답의장풀	답의장풀과	건지형	●	○	●
가시비름	비름과	건지형	◎	○	●
비름	비름과	건지형	◎	○	●
여뀌바늘	바늘꽃과	습지형	○	◎	◎
깨풀	꿀풀과	건지형	◎	○	◎
쟁이밥	쟁이밥과	건지형	●	○	●
꽃마리	지치과	건지형	●	○	●
마디꽃	부처꽃과	습지형	○	◎	◎
명아주	명아주과	건지형	◎	○	◎
쇠비름	쇠비름과	건지형	◎	○	◎

◎ : 多發生 ◎ : 多少多發生 ● : 多少發生 ○ : 發生 거의 안함.

한편 답전윤환시 잡초발생양태의 변화를 보면 논을 밭으로 轉換시 多發生 가능성을 지닌 잡초의 변화는 표 47 및 표 48과 같이 피, 나도겨풀, 중대가리풀, 한련초, 가막살이, 미국개기장, 바람하늘지기, 너도방동산이, 방동산이류, 여뀌, 속속이풀, 논냉이, 자귀풀, 벼룩나물, 사마귀풀, 여뀌바늘, 깨풀, 마디꽃 등으로 피, 방동산이, 속속이풀, 벼룩나물, 깨풀을 제외하고는 밭에서는 발생이 거의 되지 않는 잡초들이며 논에서의 발생은 어느 정도 이루어지나 담수조건에서는 발생량이 적거나 기존의 논제초제에 의해 쉽게 방제되는 草種들이다.

이상의 실험결과에서와 같이 논을 밭으로 전환시 1년만에 잡초발생량이 10배 이상 증가함으로서 잡초의 문제가 해가 지날수록 커질 뿐만 아니라 우점잡초종 또한 급격히 변하여 1년차에는 광엽잡초가 우점하였으나 2년차에는 화본과 잡초가 우점하였다. 특히 나도겨풀과 같은 난방제 잡초가 1년차에는 전혀 나타나지 않았으나 2년차에는 우점잡초로 등장하였으며, 또한 잡초군락의 천이가 사양토와 식양토간에 차이를 보일 뿐만 아니라 지하수위별로도 차이를 보임으로서 2년간의 실험을 통하여 잡초천이를 예측하기는 매우 힘든 입장이었다.

結論 및 要約

논을 밭으로 轉換한 2년차에서 사양토와 식양토에서의 잡초 발생에 대한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 잡초 발생량은 식양토에서 많았다.
- (2) 1년차에서는 중대가리풀, 논뚝외풀, 속속이풀 등과 같은 濕地型 광엽 잡초가 우점하였으나 2년차에는 독새풀, 나도겨풀, 피 등의 습지형 화본과 잡초가 우점하였다.
- (3) 2년차에는 1년차에 비해 사양토에서는 12배, 식양토에서는 48배의 잡초량이 증가하였다.
- (4) 사양토에서는 습지 생태형 잡초 분포가 년차간 차이가 없었으나 식양토에서는 급격히 건지생태형잡초로 천이가 일어났다.

인용문헌

- 1) 연구복.권용웅외 8인, 1992, 한국의 밭잡초.
- 2) 일본전문가 귀국보고(한국농경지 고도이용연구계획), 1992, 한,일농업공동연구단.
- 3) 구연충.박광호.오윤진, 1990, 벼 건답직파재배에 따른 잡초군락의 변화, 한국

잡초학회지 별책 12(2):58~60.

4) Kusanagi, Kokuichi, 1988, Biology and Control of perennial Weeds in paddy field, KSWS 8(2):114~123.

5) 장영희.김창석.연규복, 1990, 최근 한국의 전작지 잡초발생 분포에 관하여, 한국잡초학회지 9(2):123~129.

3.5 논의 밭 전한 포장에서 栽培技術에 관한 연구

3.5.1 大型機械化 省力栽培를 위한 기초 요인 시험 조사

- 토양수분조건과 쇄토율과의 관계 -

국민생활수준의 향상과 더불어 쌀의 소비량이 감소되어 근래에 와서는 쌀의 과잉 재고량이 문제가 되고 있으나 다른 밭작물들의 생산량은 절대적으로 부족한 실정이다. 또한 농산물의 수입개방압력이 가중되어 농업생산의 국제경쟁력 제고가 지상과제로 대두되었다. 따라서 농경지의 汎用化를 전제로 한 농경지의 기반조성이 중대한 과제로 제기되어 있다. 그 대상이 논을 밭으로 轉換하여 이용하는 것이라면 토양조건에서부터 작물의 재배기술에 이르기까지 많은 연구가 이루어져야 하는데 아직 경지정리도 안된 논을 밭이나 다른 용도로 轉換한다는 것은 농지의 荒廢化를 促進하게 될 것이다. 논에서 벼농사보다 더 쉬운 재배 관리 및 생력적인 농사는 혼치 않기 때문이다. 따라서 轉換田의 이용은 결국 생산비를 절감하고 생력재배가 가능한 대형기계화재배를 통해서만이 그 빛을 발할 수 있을 것이다. 그런데 대형농기계의 사용은 작업기간의 기상조건, 농경지의 규모, 토양조건, 작물재배환경 등이 알맞아야 가능하며 보다 능률적으로 작업을 수행하기 위해서는 기계화작업과 관련된 기초요인들에 대한 기준이 수립되어야 하며 그에 맞도록 농지의 기반조성이 선행되어야 한다.

트랙터에 의한 경운과 쇄토작업의 정밀성은 작물의 파종에서 입모뿐 아니라 작물의 성장에도 영향을 미친다. 포장의 경운쇄토는 사용기계의 종류, 경운 방법, 기계의 운전조건에 따라 다르며, 동일한 기계, 동일한 방법의 운전이라 하더라도 토성, 토양경도, 토양수분 등 토양조건에 따라 다르며 포장표면의 피복상

태에 따라서도 달라진다.

정지작업 후 쇄토 정도는 흙덩어리의 크기 비율로써 흔히 나타내는데 쇄토상태의 기준은 벼를 건답직파할 경우 粒徑이 2 - 3cm 이하인 흙덩어리의 비율이 60 - 70% 이상 되어야 出芽立毛에 알맞은 것으로 보고(小野 等, 1973)하고 있으나, 콩이나 땅콩의 경우는 지나친 쇄토가 문제되기도 하며, 다른 작물들에 대한 보고는 거의 없다.

본 연구에서는 작물의 파종전 작업으로 대형트랙터 로타리경운을 실시할 때 토성, 토양수분, 토양경도에 따른 쇄토 정도를 조사 연구함으로써 대형기계화 생력재배가 가능한 토양조건을 검토하고자 수행하였다.

材料 및 方法

이 시험은 1993년 서울대 농생대 실험농장의 논과 작물시험장 맥류포장의 밭에서 실시하였는데, 논은 가을에 경운한 후 5월에 로타리경운한 상태로 유지하다가 접촉성 제초제로 제초한 후 시험하였고, 밭은 6월에 보리를 수확하고 경운한 상태로 유지하다가 시험하였다. 서울대 논토양은 사양토였고, 밭토양은 미사질식양토였다(표 49).

표 49. 공시토양의 토성

위 치	점토(clay)	미사 (silt)	모래 (sand)	토성(USDA)
서울대 농생대	13.2	33.8	53.0	Sandy loam
작물시험장	39.6	47.7	12.7	Silty clay loam

농기계는 大同工業의 50마력(ps) 大型트랙터를 이용하였으며, 로타리폭은 175cm였다. 트랙터의 로타리경운시 운전조건은 저속 1단, 엔진회전수 2400rpm, 로타리 경심은 25cm로 일정하게 유지하여 매번 같은 조건으로 실시하였다. 트랙터 바퀴의 沈下程度는 저속 1단, 엔진회전수 2400rpm으로 直進한 후 지표면과 러그(rug)基部까지의 깊이를 12반복 측정하였다.

토양수분함량은 0-5cm, 5-10cm범위의 토양을 코어(core, 100cc)를 이용하여 채취하고, 중량법으로 중량비와 용적비로 나타냈으며 토양의 가비중을 계산하였

다. 토양경도는 山中式土壤硬度計와 貫入式土壤硬度計(DIK-5520, DAIKI Co.)로 로터리경운하기 전에 12반복 측정하였다. 로터리경운 후 碎土率은 알루미늄 망을 이용하여 網目이 1cm, 2cm, 4cm, 8cm인 체를 50cm x 50cm x 10cm크기로 만들어 이용하였으며, 토양은 30cm x 30cm x 10cm내에서 채취하였고, 흙덩어리를 크기 별로 구분하여 중량비로 계산하였으며 4반복 측정하였다.

로터리경운 시기는 강우 후 토양의 건조 상태를 보아 가면서 실시하였는데 8월 8일부터 10일까지 23.2mm의 비가 온 후 2일째되는 날, 8월 12일부터 13일까지 25mm가 내린후 5일, 7일째되는 날, 8월 24일 13.5mm의 비가 온 후 6일, 11일째 되는 날, 9월 22일 26.8mm의 강우 후 24일째 되는날, 10월 29 - 30일까지 13.6mm의 비 온 후 3일째되는 날 시험하였다. 이때 흐리고 비가 1 - 2mm 내린 날은 강우일에서 제외하였다(표 50).

표 50. 시험기간중의 강우량 및 시험시기

강우일	강우량(mm)	시험시기(강우후일수)	비고
93. 8. 8 - 8. 10	23. 2	8. 11(2)	○ 10일 새벽까지 비가 내렸음.
93. 8. 12 - 8. 13	25. 0	8. 18(5) 8. 20(7)	○ 15, 16, 17, 19일에도 소량의 비가 내렸음.
93. 8. 24	13. 5	8. 30(6) 9. 4(11)	○ 25, 26일에도 소량의 비가 내렸음.
93. 9. 22	26. 8	10. 16(24)	○ 9. 24, 27, 28, 10. 12일에도 소량의 비가 내렸음.
93. 10. 29 - 10. 30	13. 6	11. 2(3)	

結果 및 考察

1) 토양수분 함량과 쇄토율과의 관계

자연 상태의 포장에서 강우 후 시간이 경과함에 따라 토양수분함량을 측정하였다(표 51). 사양토와 미사질식양토 모두 강우 후 시간이 경과함에 따라 수

분함량이 감소하였는데, 그 감소 정도는 미사질식양토에서 더 큰 경향이였다. 토성별 수분 함량을 보면 중량비로 계산하였을 경우 0 - 5cm 범위에서는 두 토성간 차이가 없었으나 5 - 10cm 범위에서는 미사질식양토의 수분함량이 더 높은 경향이였다. 가비중은 토양수분이 감소해도 거의 변하지 않았으며 사양토 보다는 미사질식양토의 가비중이 더 높았고 0 - 5cm 보다는 5 - 10cm 깊이의 가비중이 더 높은 경향이였다(표 51).

흙덩어리는 망목이 1cm, 2cm, 4cm, 8cm인 체(50cm x 50cm x 10cm)로 트랙터 로터리 경운한 토양을 30 x 30 x 10cm의 크기로 채취하여 크기 별로 구분하여 중량으로 그 비율을 구하였다. 사양토와 미사질식양토 모두 강우 후 일수가 경과함에 따라 쇄토가 더 곱게 되었다. 그런데 벼의 경우 쇄토는 2 - 3cm 이하의 흙덩어리가 60 - 70% 이상 되어야 出芽率이 높고 出芽가 빨리 이루어진다고 보고된 바(小野 等, 1973) 있다. 이것을 기준으로 작업가능한 시기를 추정하면 강우량과 토양의 배수조건에 따라 다르기는 하겠지만 본 연구에 공시된 토양의 경우 사양토에서는 비온 2일 후면 작업이 가능할 것이나 미사질식양토에서는 비온 7일 후에도 벼 파종을 위한 로터리경운이 불가능하고 15일은 지나야 비로소 작업이 가능할 것으로 판단되었다. 트랙터로 작업이 가능하더라도 파종·출아·입모에 알맞은 균일한 쇄토가 어려운 시기에는 작업이 불가능하기 때문에 적절한 배수시설을 갖추어야 적기에 작업이 가능할 것이다. 반면에 지나친 쇄토는 토양의 입단구조를 파괴하고 작물에 습해를 일으킬 우려가 있으므로 각 작물마다 알맞은 쇄토율에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

강우와 관배수 조건에 따른 토양의 수분상태는 농지의 경운 쇄토 작업을 결정하는데 중요한 요인이다. 토양의 수분 상태는 토양의 물리적, 역학적 성질을 변화시켜 기계의 주행성 및 작업 능력에 영향을 미치며 쇄토의 정밀성에 영향을 미치므로 기계화생력재배에서 고려되어야 할 중요한 요인이다.

그림 11, 12에서 보는 바와 같이 사양토에서는 토양수분이 감소함에 따라 2cm 이하의 흙덩어리 비율이 완만히 증가하지만 강우 직후 수분 함량이 중량비로 31%, 용적비로 38%의 높은 수분 함량에서도 2cm이하 흙덩어리 비율이 60% 이상 될 것으로 판단되었다.

그러나 미사질식양토의 경우 토양수분이 감소함에 따라 토양수분함량이 중량비로 26% 이상, 용적비로 35% 이상에서는 2cm 이하의 흙덩어리 비율이 완만히 증가하였으나 중량비로 20 - 26%(용적비로 28-35%) 범위에서는 급격히 증가하였고 20% 이하에서는 거의 비슷하였다. 한편 2cm 이하 흙덩어리 비율이 60% 이상인 토양수분함량은 중량비로 22%(용적비로 29%) 이하였다.

이와 같은 결과는 토양의 수분함량이 기계작업의 절밀성과 작업가능기간을

결정하는 중요한 요인이라는 것을 나타내는 것으로써, 汎用化 농경지 조성시 비가온 후에 가급적 빠른 시일내에 이와 같은 토양수분조건에 이르도록 배수성을 개량하여야 기계작업가능범위를 확대할 수 있을 것이다.

표 51. 강우 후 일수에 따른 토양수분함량 및 가비중

토 성	강우후 일수 (측정일)	토양수분함량				가비중 (g/cm ³)	
		중량%		용적%		1-5	5-10
		0-5*	5-10	0-5	5-10		
사양토	2(8.11)	27.8	29.9	34.8	38.9	1.25	1.30
	5(8.18)	28.1	29.5	34.6	37.0	1.2	1.3
	7(8.20)	26.8	28.3	32.9	36.1	1.23	1.27
	6(8.30)	25.6	-	33.5	-	1.31	-
	11(9.4)	24.9	26.6	29.9	33.3	1.20	1.25
미사질	2(8.11)	27.9	33.3	36.7	44.4	1.32	1.34
식양토	5(8.18)	25.9	30.5	35.4	42.3	1.4	1.4
	5(8.18)	30.6	31.9	41.2	44.3	1.4	1.4
	7(8.20)	25.4	29.1	33.4	40.0	1.31	1.38
	6(8.30)	23.9	-	32.3	-	1.35	-
	24(10.16)	13.6	16.3	19.5	21.2	1.42	1.31
	3(11.2)	20.4	19.7	27.0	25.1	1.33	1.29

* 토양표본을 취한 깊이(cm).

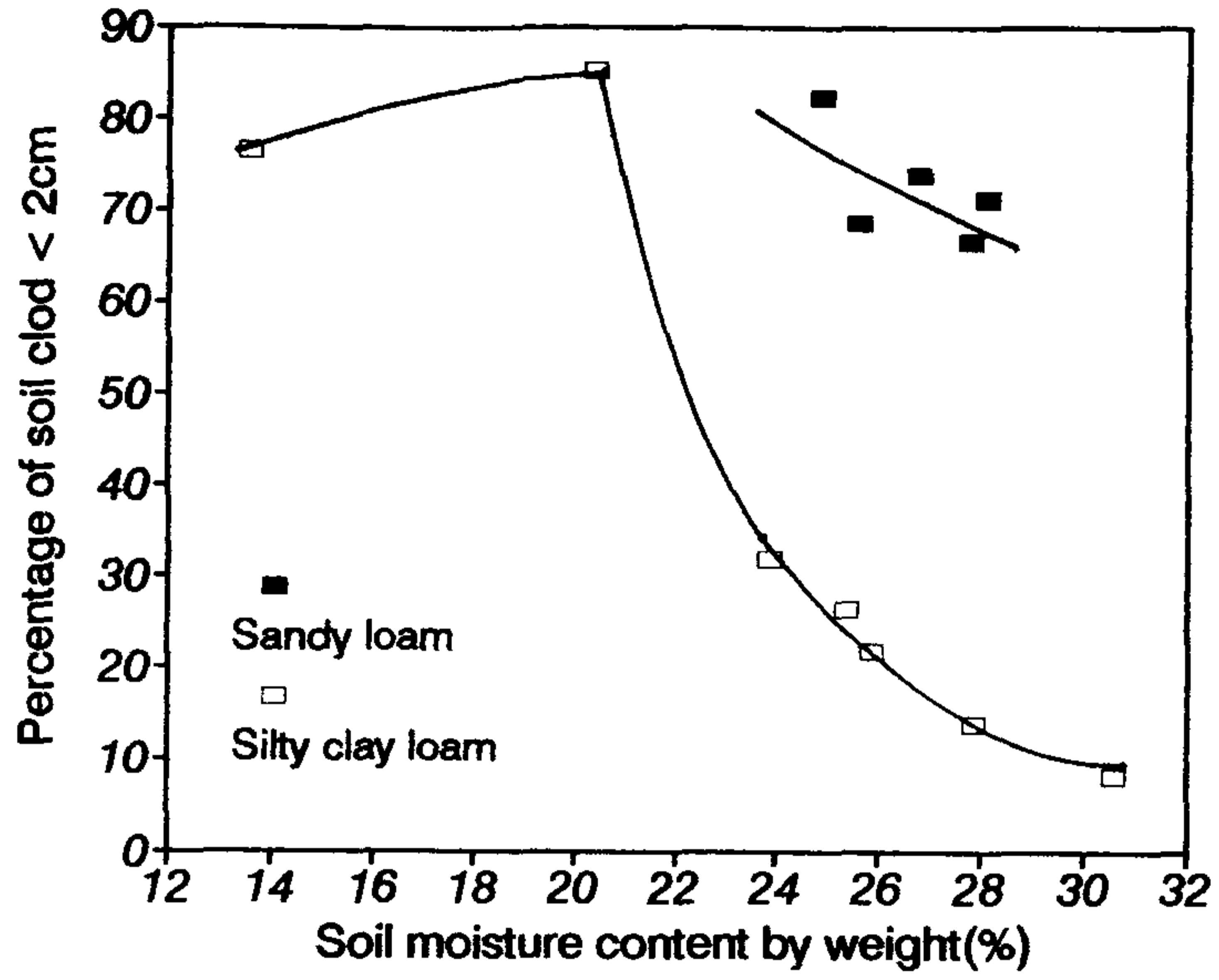


그림 11. 토양수분함량(X, 중량비)과 직경 2cm 이하의 흨덩어리 비율(Y)와의 관계

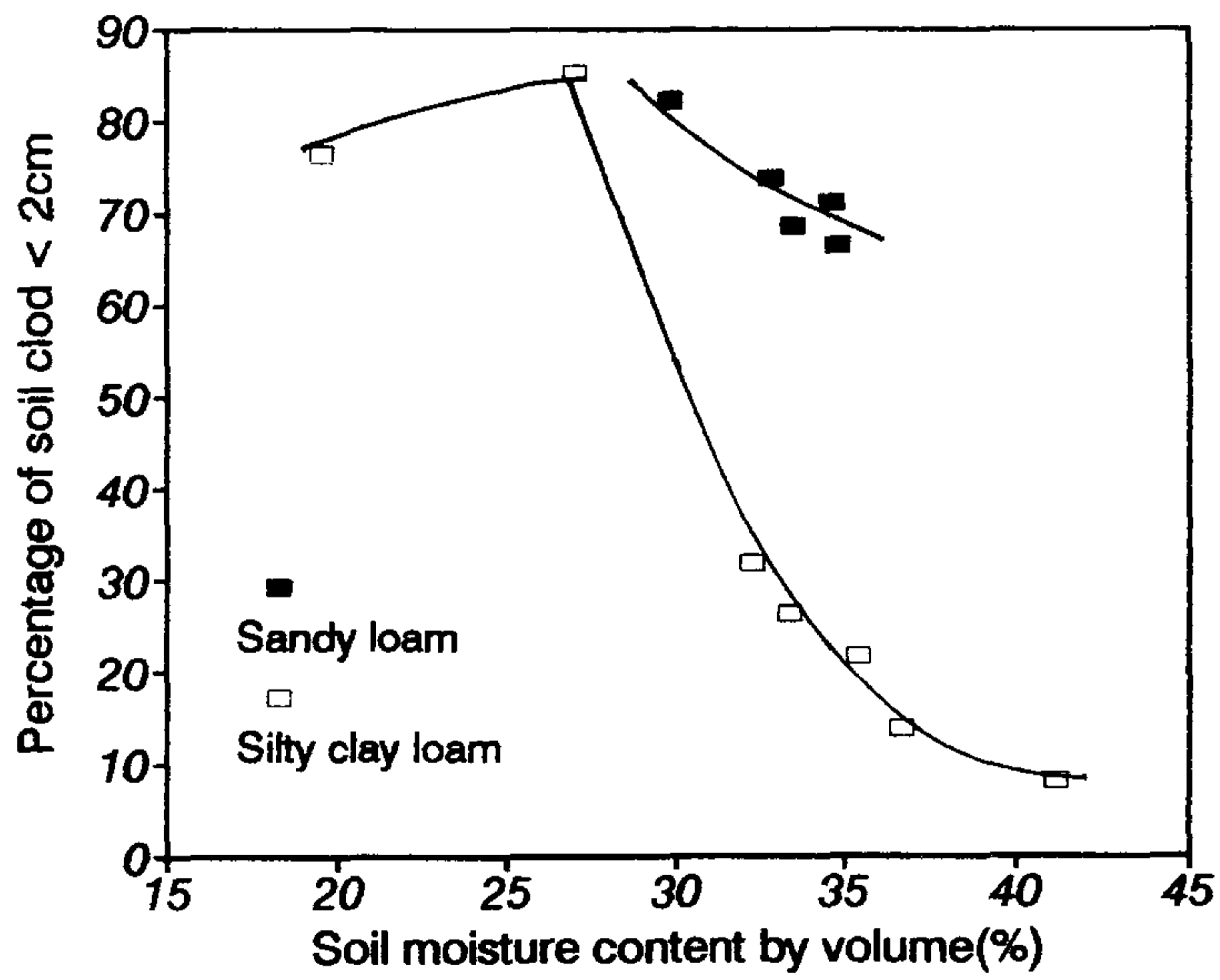


그림 12. 토양수분함량(X, 용적비)과 직경 2cm 이하의 흨덩어리 비율(Y)와의 관계

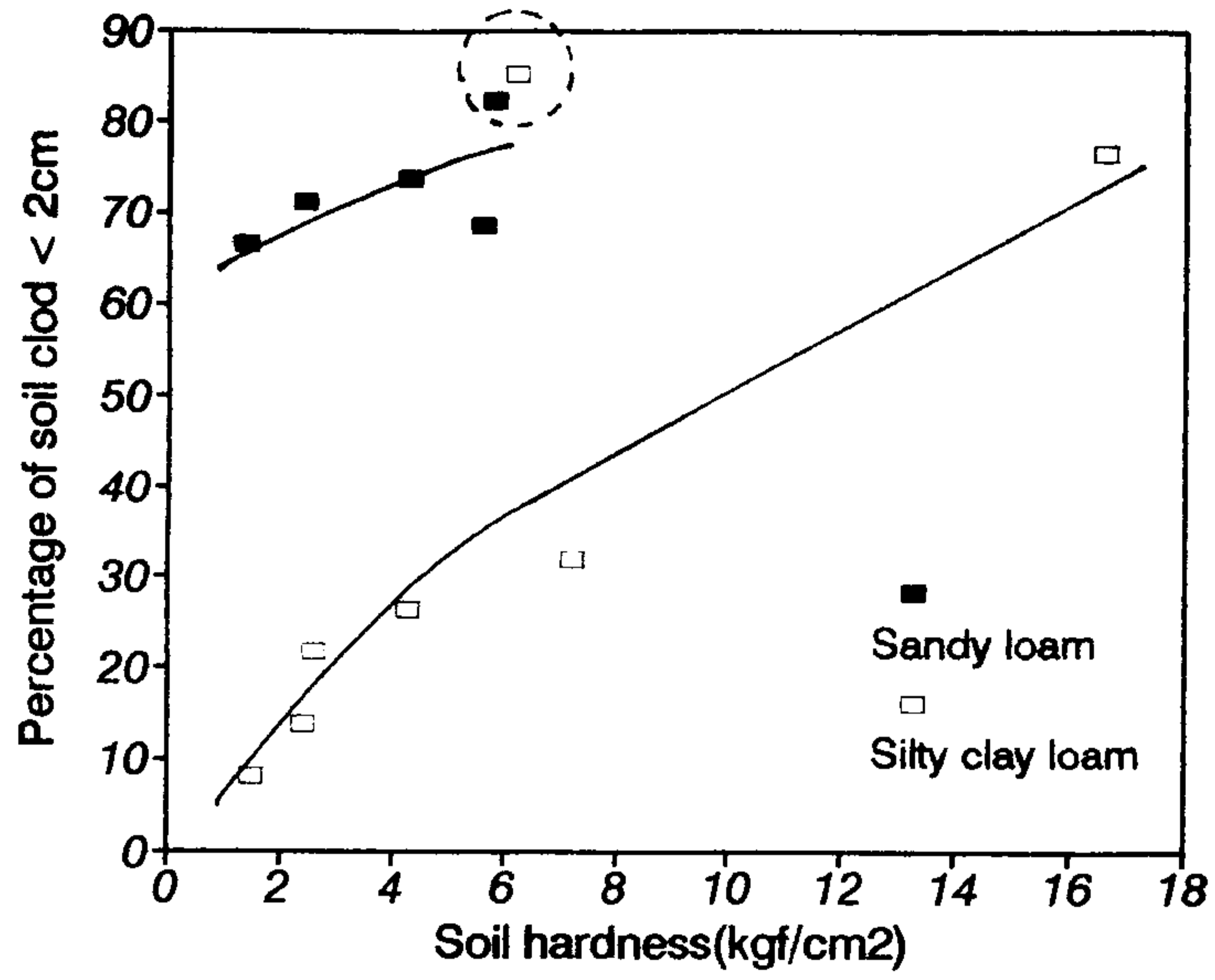


그림 13. 토양경도(山中式)와 직경 2cm 이하의 흙덩어리 비율(Y)과의 관계

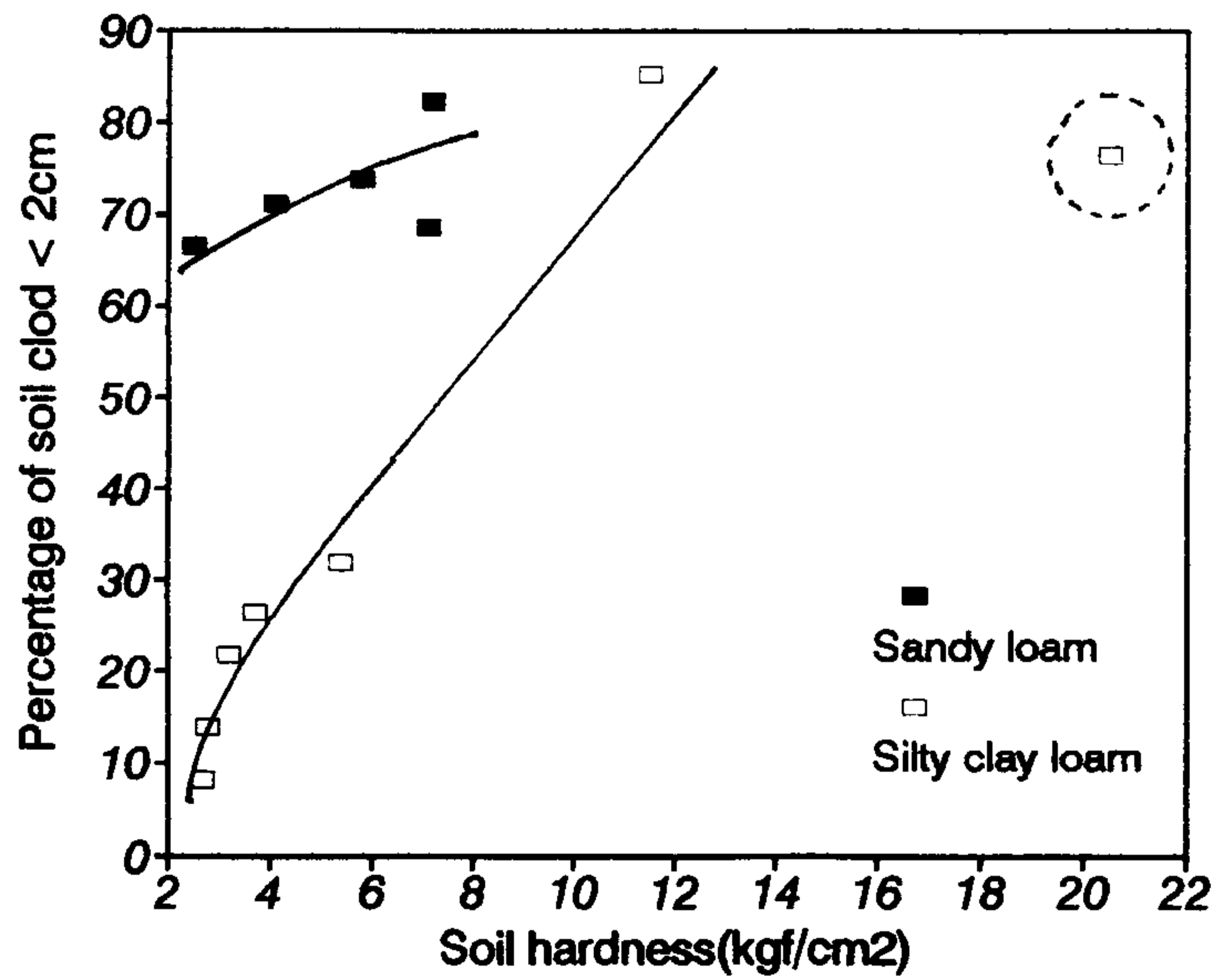


그림 14. 貫入土壤硬度和 직경 2cm 이하의 흙덩어리 비율(Y)과의 관계

2) 토양 硬度와 碎土率과의 관계

강우 후 시간이 경과함에 따라 山中式土壤硬度計로 측정된 토양경도(표 52)는 사양토와 미사질식양토에서 모두 증가하였으며, 사양토보다는 미사질식양토의 토양경도가 큰 경향이였다. 강우 후 초기에는 두 토성간 차이가 없었으나 시일이 경과할수록 미사질식양토의 경도는 크게 증가한 반면 사양토에서는 그 증가가 적어 토양이 건조할수록 두 토성간 차이가 커졌다. 貫入土壤硬度計로 측정된 토양깊이별 각 층의 토양경도(표 53)를 보면 강우후 시간이 지남에 따라 모든 층에서 토양경도가 증가하였고, 사양토에서는 동일한 시기에 토층별 토양경도는 하위층으로 갈수록 증가하였다. 그러나 미사질식양토의 상층부에서는 사양토와 같은 반응을 보였으나 하위층에서는 별차이가 없었고 동일한 시기에는 하위층으로 갈수록 증가하는 경향이였다.

표 52. 강우 후 기간에 따른 토양경도(山中式), 트랙터륜의 침하정도, 로타리경운에 의한 흙덩어리의 크기별 분포 비율

토 성	강우후일수 (측정일)	토양경도 kg/cm ²	침하 cm	쇄토직후 토괴 크기분포(%)			
				<1cm	<2cm	<4cm	<8cm
사양토	2(8.11)	1.4	4.7	29.7	66.5	90.6	100.0
	5(8.18)	2.4	4.2	44.7	71.2	88.0	99.1
	7(8.20)	4.3	2.8	49.5	73.7	91.7	100.0
	6(8.30)	5.6	4.0	53.8	68.6	86.7	99.4
	11(9.4)	5.8	2.8	65.9	82.3	93.4	100.0
미사질 식양토	2(8.11)	2.4	15.5	5.8	13.9	33.3	82.7
	5(8.18)	2.6	9.8	9.0	21.7	50.4	91.5
	5(8.18)	1.5	7.1	3.4	8.2	18.9	46.8
	7(8.20)	4.3	5.4	11.6	26.5	53.1	87.6
	6(8.30)	7.2	5.7	18.7	32.0	53.7	91.3
	24(10.16)	16.6	0.5	61.9	76.5	90.6	100.0
	3(11.2)	6.2	1.6	73.4	85.2	90.5	100.0

日本の 경우(農文協, 1985)는 건답에서 트랙터 로터리 경운은 회색토양에서 토양 경도 7.32kg/cm^2 (21mm) 이상에는 작업이 용이하지만 $1.93 - 7.32\text{kg/cm}^2$ (12 - 21mm) 사이에서는 작업이 곤란하고 1.93kg/cm^2 (12mm) 이하에서는 작업이 불가능하다고 보고한 바 있다. 이것만을 기준으로 보면 사양토에서는 강우 후 3일이 지나야, 미사질식양토에서는 강우 1일 후에도 작업은 가능할 것으로 판단된다. 그러나 작업의 정밀성을 고려하면 작업가능시기는 달라지게 된다.

트랙터바퀴의 沈下정도가 크면 트랙터의 구름저항이 증가하여 작업효율이 떨어지며 심하면 작업이 불가능하게 된다. 트랙터 바퀴의 침하정도는 강우직후에는 컷으나 시일이 경과함에 따라 작아졌으며, 강우직후에는 사양토보다 미사질식양토에서 더 큰 경향이였다.

표 53. 강우 후 일수와 깊이별 관입토양경도의 변화(kg/cm^2)

토 성	강우후 일수 (측정일)	토 양 깊 이(cm)				
		0-5	5-10	10-15	15-20	20-25
사양토	2(8.11)	2.5	2.7	4.1	8.2	12.6
	5(8.18)	4.1	4.5	5.3	8.0	16.7
	7(8.20)	5.8	5.7	6.3	9.8	14.7
	6(8.30)	7.1	6.9	6.6	10.8	19.8
	11(9.4)	7.2	7.4	8.1	10.5	13.0
미사질 식양토	2(8.11)	2.8	2.3	4.5	8.4	11.2
	5(8.18)	3.2	2.8	4.3	8.3	14.5
	5(8.18)	2.7	2.1	2.0	3.4	9.1
	7(8.20)	3.7	3.3	3.3	5.6	13.0
	6(8.30)	5.4	4.3	3.7	7.6	14.1
	24(10.16)	20.5	23.5	25.0	25.0	25.0
	3(11.2)	11.5	13.9	21.4	25.0	25.0

트랙터 로터리경운이 가능한 관입토양경도는 $3 - 5\text{kg/cm}^2$, 足跡深은 1 - 5cm 이하여야하고, 관입토양경도가 5kg/cm^2 이상, 족적심이 1cm 이하여야 트

렉터로터리 경운 작업이 용이하다고 보고된 바(日農水省, 1974)가 있으나 트랙터바퀴의 침하 정도가 얼마 될 때까지 가능한 지는 보고된 바 없다. 동력경운기 로터리작업의 경우 관입 저항이 $2.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 이상이면 작업이 용이하고 $1.1\text{kg}/\text{cm}^2$ 이상이면 작업이 가능하다고 하였다. 이때의 바퀴침하량은 대략 8cm 인 것으로 보고된 바(李揆昇 등, 1984) 있다.

토양경도는 트랙터의 주행 능력과 중요한 관련이 있으며 또한 쇄토율과도 관계가 있다. 山中式土壤硬度計로 측정된 토양경도와 2cm 이하의 흙덩어리비율(쇄토율)과의 관계를 보면(그림 13) 사양토와 미사질식양토에서 모두 토양경도가 증가할수록 쇄토율이 증가하는 경향이었고, 사양토에서는 측정된 범위내에서 토양경도에 관계없이 쇄토율이 60%를 넘었으나 미사질식양토의 경우 쇄토율이 낮았으며 토양경도가 $13\text{kg}/\text{cm}^2$ 이상은 되어야 원하는 작업이 가능할 것으로 판단되었다.

한편 貫入土壤硬度計로 측정된 0 - 5cm 범위의 자기지에 기록된 貫入土壤硬度的 평균값과 쇄토율과의 관계를 그림 4에서 보면 사양토의 경우 관입토양경도가 증가할수록 쇄토율은 완만히 증가하였다. 미사질식양토의 경우에는 관입저항이 $4\text{kg}/\text{cm}^2$ 이하에서는 쇄토율이 급격히 증가하였으나 그 이상에서는 비교적 완만히 증가하였다. 그러나 그 절대적인 쇄토율은 사양토보다 매우 낮아, 쇄토율이 60% 이상이 되려면 관입저항이 $8\text{kg}/\text{cm}^2$ 이상 되어야 할 것으로 판단되었다. 따라서 出芽에 지장이 없을 정도의 쇄토율은 공시토양의 경우 강우 후 사양토는 1일, 미사질식양토는 15일은 지나야 가능할 것으로 판단되었다.

3) 토양수분함량과 土壤硬度와의 관계

그림 15는 중량비에 의한 토양수분함량과 산중식토양경도계에 의한 토양경도와의 관계이고, 그림 16은 관입토양경도계에 의한 관입토양경도와의 관계를 나타낸 것이다. 두 그림에서 모두 사양토의 경우 수분함량의 범위가 좁지만 수분함량이 감소할수록 토양경도와 관입토양경도는 직선적으로 증가하는 경향이었으나, 미사질식양토의 경우에는 수분함량 26% 이상에서는 거의 차이가 없었으나 그 이하에서는 직선적으로 증가하였다.

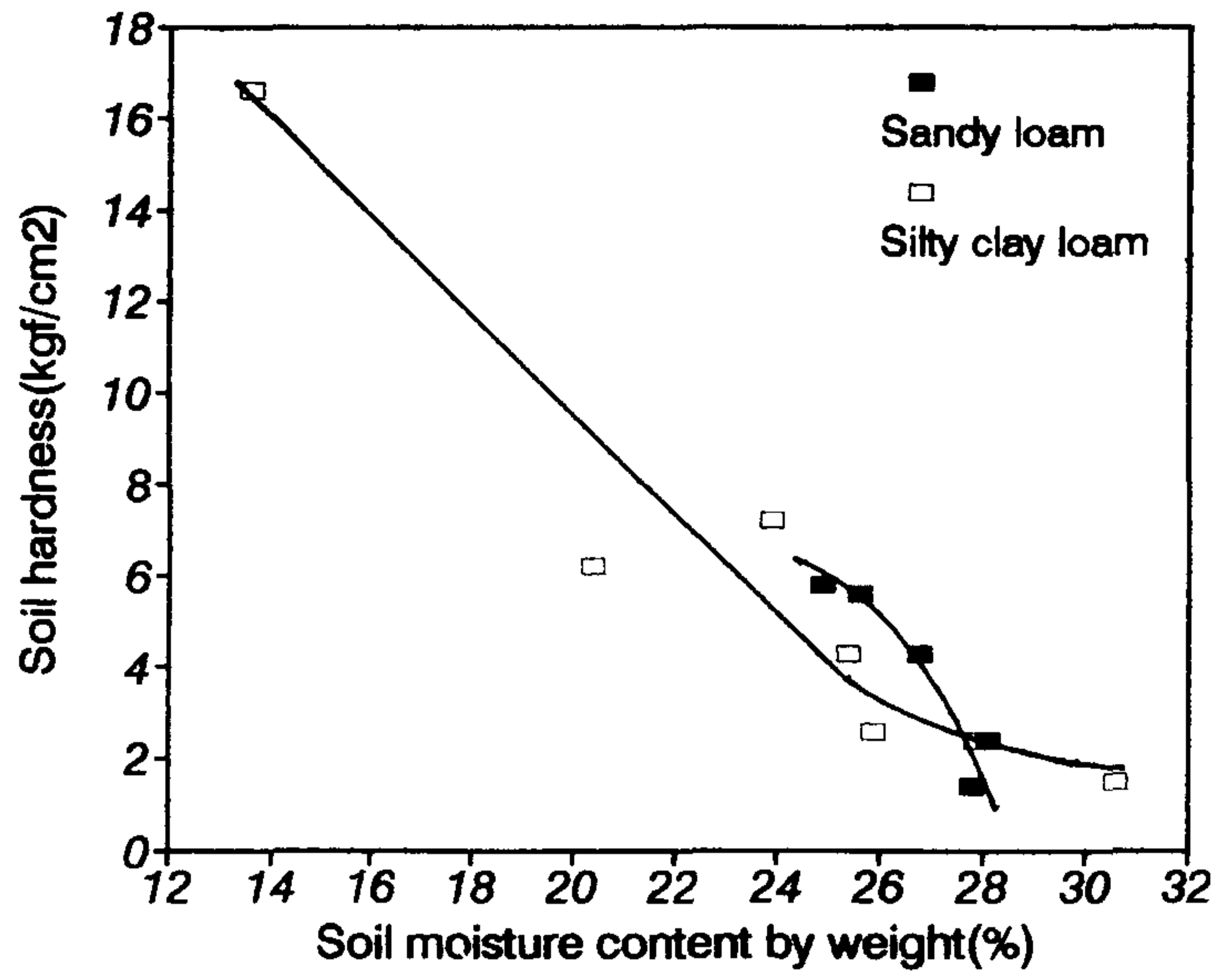


그림 15. 토양수분함량(중량비)과 토양경도와의 관계

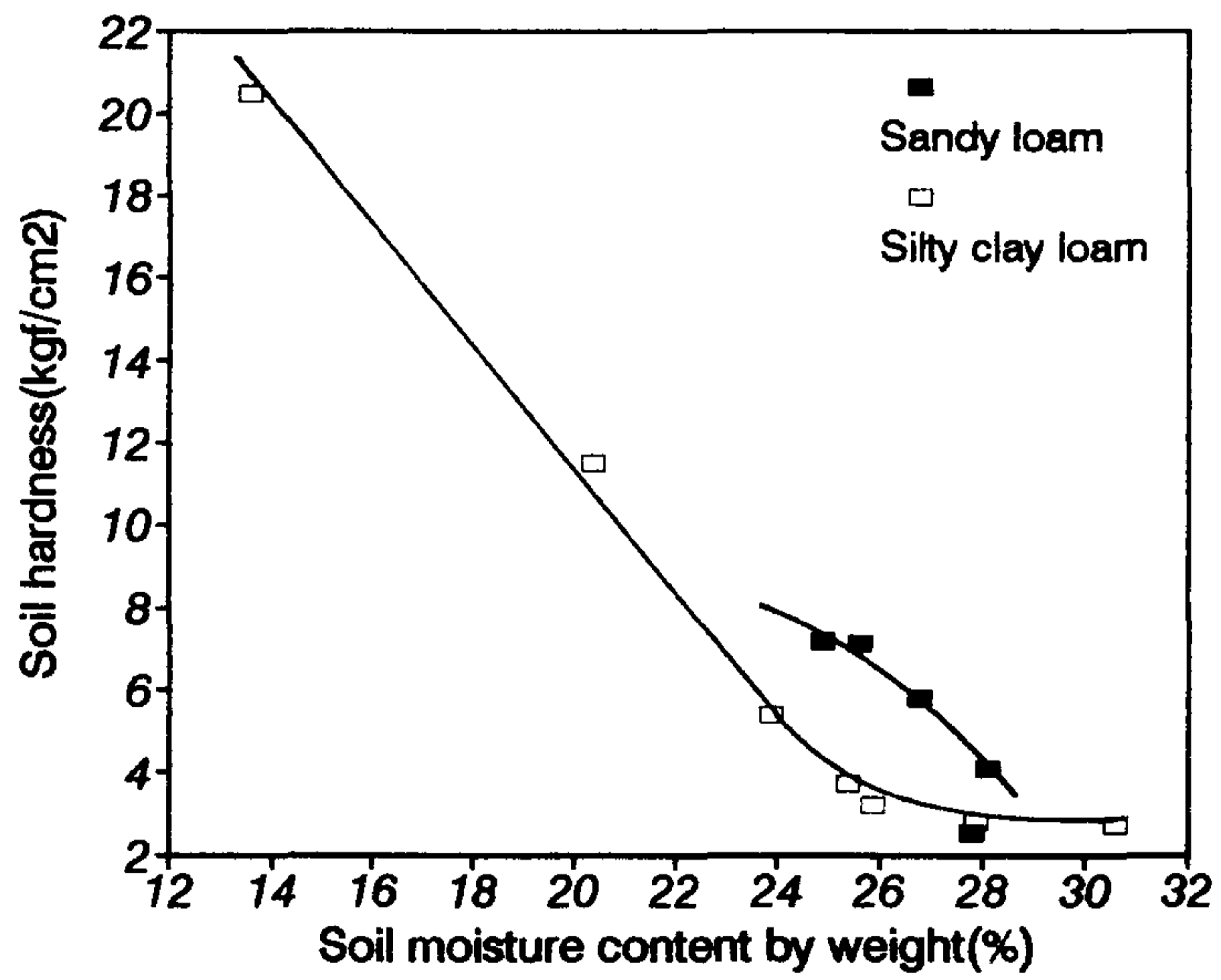


그림 16. 토양수분함량(용량)과 관입토양경도와의 관계

結論 및 要約

논의 轉換 밭에서 大型機械化栽培를 위한 基礎要因을 구명하고자 대형트랙터로 로터리 경운을 실시할 경우 토성별 토양수분과 토양경도가 쇄토정도에 미치는 영향을 검토하고자 사양토와 미사질식양토를 대상으로 강우 후에 토양이 건조되어 가는 과정에 따라 로터리 경운을 실시하였으며 그 결과는 다음과 같다.

- (1) 토양경도는 미사질식양토가 사양토보다 높은 경향이었고, 강우 후 시간이 경과함에 따라 토양경도는 증가하였다.
- (2) 트랙터륜의 침하정도는 수분함량이 많은 시기에는 사양토보다는 미사질식양토에서 컸으며, 사양토 및 미사질식양토 모두 건조해 감에 따라 감소하였다.
- (3) 로타리경운 후 토괴의 크기별 분포를 보면 토양이 건조해짐에 따라 더 작은 토괴비율이 증가하였고, 사양토에서 미사질식양토보다 더 잘게 쇄토된 흙의 비율이 높았다.
- (4) 같은 건조기간 후 관입토양경도는 사양토에서 미사질식양토보다 높았고, 토양깊이가 깊을수록 두 토성 모두 증가하는 경향이였다.
- (5) 토양수분함량이 감소할수록 토성에 관계없이 2cm이하의 흙덩어리 비율은 증가하였고, 대형트랙터에 의한 쇄토작업은 쇄토율을 고려할 때 수분함량이 중량비로 사양토는 31%, 미사질식양토는 22%이하일 때, 그리고 용적비로는 각각 38%, 29%이하일 때 작물이 파종후 出芽 입모에 지장이 없는 쇄토(2cm 이하 흙덩어리 비율이 60%이상)가 가능하였다.
- (6) 대형트랙터에 의한 쇄토작업은 쇄토의 정밀성으로 판단할 때 토양경도가 사양토는 $2\text{kg}/\text{cm}^2$, 미사질식양토는 $8\text{kg}/\text{cm}^2$ 은 되어야 할 것으로 판단되었다..
- (7) 汎用化 농경지 조성시 상기의 기계화작업가능조건을 고려하여 기계작업가능기간을 확대할 수 있도록 排水設計를 하여야 할 것이다.

인용문헌

1. 久津那浩三,新村善男,上森 晃.1974. 耕耘碎土に関する研究(第1報), 土壤物理性の碎土におよぼす影響. 日土肥誌 45(1):37-41.
2. 日農水省,1974. 高性能農業機械導入基本方針及參考資料, 9, 日本農機化協會
3. 鄭昌柱 外 9人.1985. 新稿 農業機械學. 郷文社. p321.
4. 李揆昇,李鎔國,李仲用, 朴勝濟, 金相憲. 1984. 水稻圃場에서의 動力耕耘機의

- 走行성에 관한 연구. 한국농업기계학회지 9(2):8-18
5. 林善旭. 1983. 最新土壤學通論, 文運堂. p383.
 6. 農文協. 1985. 農業技術大系, 作物編 2 イネ基本技術, 直播栽培. 337-402.
 7. 小野光幸, 神崎帮太郎. 1973. 水稻の麥跡不耕起機械化直播栽培技術體系の確立に關する研究 III. 機械化播種施肥作業. 中國農試報. D-6,5-19.
 8. 田中孝, 西村功. 1967. 水田におけるトラクタの走行性能判定に關する實驗結果の總括的考察 農機誌 29(1)
 9. 吉澤孝之. 1975. 中國地域における直播栽培技術と土壤管理, 施肥, 農業および園藝 50(3):391-396

3.5.2 주요 작물의 장마철 濕害에 관한 시험

우리 나라 기후는 온대 몬순 대륙성 기후권에 속하여 여름에 장마철이 있고 장마철기간에 700~850mm의 降雨가 집중되고 때로는 시간당 100mm 以上の 集中豪雨도 발생하며, 9월 상.중순에도 颱風의 영향을 받아 약 5~7일 內외의 가을장마기간이 있다. 따라서 밭에서도 傾斜度가 작은 포장에서는 作物들이 濕害를 多少間 입고 있다¹⁾. 한편 현재까지의 논외 수리시설은 대부분이 灌溉施設에 투자되었을 뿐 排水施設에는 등한시 왔으며 논면적의 4.1%만이 배수시설이 완비된 상태이다²⁾. 그러나 국내에서의 연구는 여름장마와 관련하여 일부 作物들의 浸水, 灌水害에 관해 약간 研究되어 있을 뿐이다. 따라서 논을 汎用耕地로 조성할 경우 중요시되는 밭작물로 여름 및 가을 장마기를 겪어야 하는 作物들로는 우선 콩, 고추, 참깨, 가을배추와 무 등을 들 수 있으며, 本 研究에서는 이들 作物들에 대해 장마철에 耕地가 過濕~地表 3cm 정도 일시 浸水되는 경우 過濕期間과 作物의 生育~收量에 미치는 影響을 밝히어서 논을 汎用耕地化 할 때 要求되는 排水要求度를 추정하고자 하였다.

지난 60년간(1924~1984) 낙동강 유역의 홍수발생분포에 의하면 7월에 전체발생의 35%가, 8월에는 28%가, 9월에는 20%발생하여 이 3개월 동안의 홍수발생이 전체의 84%를 차지하며, 지난 63년간의(1906~1971) 홍수에 의한 전국적인 평균 피해액은 99억 6천 3백만 원에 달한다고 하였다³⁾.

黃 등⁴⁾은 참깨에 있어 출현 후 55일째의 浸水 처리에서 수량 감소가 가장 커 24시간 浸水시에도 21.1%의 수량감소가 나타났다고 하였으며, 崔 등⁵⁾은 참깨 개화기에 24시간, 48시간, 72시간을 처리한 결과 무처리에 비해 각각 33%, 50%,

100%의 수량감소를 보임으로서 72시간 浸水에는 수량을 기대할 수 없다고 하였다. 徐 등⁶⁾은 고추에서 2일 이상 浸水시 치명적인 해가 나타나며, 4일간 침수 처리시에는 100% 고사한다. 권 등⁷⁾은 콩의 개화기에 9일 및 16일간의 포장용수량 이상의 과습처리시 9일간 처리시에는 3~5%가 16일간 처리시에는 8~11%의 수량 감소가 나타난다고 하였으며, 서 등⁶⁾은 파종 후 4주째에 무와 배추에 10cm를 浸水처리한 결과 무, 배추 모두 1일 침수처리에서도 수량 감소 30% 이상 된다고 하였다. 일본의 연구결과에 의하면 논의 汎用化에 알맞는 작물을 3등급으로 나누어 적합한 작물로는 보리, 콩, 메밀, 울무와 원예작물로서 상추를 포함한 7작물, 그리고 사료작물로서 오차드그라스를 포함한 3草種을 들었으며, 보통인 작물로는 옥수수를 포함한 11작물이라 하였다⁸⁾.

材料 및 方法

沈水期間이 콩, 고추, 참깨 생육에 미치는 영향을 알아보기 위한 실험은 7월과 8월의 집중강우로 인한 夏作物에서의 浸水해를 밝히고자 황금콩, 고명고추, 그리고 안산깨를 공시하여 대형포트실험을 수행하였다. 포트설치는 550ℓ 대형 plastic pot를 이용하여 토양을 채운 후 자연강우로서 토양을 안정화시켰다. 포트에 작물이식은 고추는 7월 5일(개화초기)에, 참깨는 7월 9일(생육중기)에, 콩은 7월 8일(제1,2복엽)에 각 포트당 참깨와 콩은 5개체를, 고추는 4개체씩을 이식하였다.

浸水처리는 자연강우에 의존하여 개화기인 7월 29일에 표토 위 3cm까지 침수시켰으며, 침수기간은 콩은 5, 8, 15일간하였고 고추와 참깨는 5, 8, 12일간 침수 처리하였으며, 5반복하였다.

결과조사시기는 1차 조사는 각각 처리 종료일에 각각의 고사율을 조사하였으며, 콩은 생존개체를 대상으로 생체중과 경장을 배수 후 7일째에 조사하였으며, 수확 후 收量構成要素를 측정하였다. 고추와 참깨는 처리종료일에 고사율과 생장상태를 조사하였는데 고추와 참깨는 5일간 처리에서도 100% 고사하였다. 시비는 3회에 걸쳐 N,P,K를 각각 포트(1/180a)당 12g씩 사용 하였다.

다음으로 9월 상, 중순의 강우로 인한 과습 상태가 가을 채소인 무와 배추 생육에 미치는 영향을 알고자 진주대평 무와 청원 1호 배추를 공시하여 앞에서와 같은 대형 plastic pot에 20일 묘(본 5엽기)를 포트당 4개체씩 정식한 후 실험에 이용하였다.

과습 처리는 정식 후 24일째(9월 13일)에 지하수위가 5cm 되도록 처리한 후 처리기간에 따라 관수 후 3일째, 6일째, 9일째에 각각 무처리구의 지하수위인

50cm까지 배수해 주었다.

시비는 pot당 요소 30g, 고토석회 100g, 퇴비 1kg를 정식전에 시비하였으며, 배수한 후 2일째에 복합비료(N:P:K=21:17:17)를 포트당 25g씩을 시비하였다.

조사는 처리 종료일인 배수당일과 배수1주 후, 2주 후 그리고 수확일인 11월 25일에 무는 지하부 생체중을, 배추는 지상부 생체중을 각각 칭량하였다.

結果 및 考察

(1) 浸水기간이 콩, 고추 및 참깨의 생육에 미치는 영향.

(1) 浸水기간에 따른 작물별 생존율

작물별 생존율을 보면 표 54에서와 같이 콩을 제외한 고추와 참깨에 있어서는 5일간의 浸水처리에서도 전개체가 고사하였다. 黃 등(1992)과 崔 등(1990)은 참깨에 있어 개화기에 3일간 浸水에서도 90% 이상이 고사한다고 하였으며, 徐 등(1985)은 고추에서 2일 이상 浸水시 치명적인 해가 나타나며, 4일간 침수처리 시에는 100% 고사한다는 보고와 같은 결과를 보였다. 콩에 있어서는 5일간 침수구에서 30%의 고사율을, 15일간 침수처리에서는 40%의 고사율을 보였고 고추나 참깨보다는 현저히 내습성이 컸다. 특히 콩에서는 침수기간이 길어짐에 따라 줄기에서의 부정근 발생이 많이 발생하였다. 권 등(1988)은 콩의 개화기에 16일간의 포장용수량 이상의 과습처리시 수량 감소는 초래하나 식물체 고사는 없었다고 하였다. 즉 콩의 경우 浸水처리와 과습처리간에 식물체의 고사율은 큰 차이를 보이는 것으로 생각된다.

표 54. 浸水기간에 따른 작물별 고사율(%)

작물명	무처리	침수기간			
		5일간	8일간	12일간	15일간
황금콩	0.0	30.0	35.0	-	40.0
고명고추	0.0	100.0	100.0	100.0	-
안산깨	0.0	100.0	100.0	100.0	-

(2) 浸水처리 기간이 콩의 생육 및 수량에 미치는 영향

콩의 생육에 미치는 영향을 보면 표 55에서와 같이 생체중 감소는 급격하여 5일간 浸水처리에서도 무처리에 비해 63.8%의 생체중이 감소된 반면 경장에서는 침수처리기간이 길어질수록 생장은 억제되나 생체중에 비해 감소가 적어 15일간 침수처리에서도 무처리에 비해 11.6% 밖에 감소되지 않았다.

표 55. 처리기간에 따른 콩의 경장 및 생체중의 변화.

조 사 항 목	5 일 간		8 일 간		15 일 간	
	무처리	처리구	무처리	처리구	무처리	처리구
생 체 중(g)	44.7	16.2	44.7	15.3	44.7	14.4
	100	36.2	100	34.2	100	32.2
경 장(cm)	28.5	26.9	30.4	27.9	34.6	30.6
	(%)	100	94.5	100	91.8	100

收量 및 收量構成要素에 미치는 영향을 보면 표 56에 나타난 바와 같다. 수량 구성요소중 浸水처리에 가장 민감한 요소는 m^2 당 개체수, 마디당 협수 그리고 개체당 분지수 > 百粒重 > 협당립수, 경장과 개체당 마디수의 순으로서 분지수와 마디당 협수가 가장 크게 감소한 것은 浸水처리시기가 이들 구성요소를 결정하는 개화기에 처리되었기 때문인 것으로 생각되며, 우리 나라에서 콩을 재배할 경우 주로 발생하는 7월장마는 콩의 개화기에 해당된다.

이와 같은 포트시험성적을 통해 m^2 당 수량을 추정한 결과 5일간 浸水처리에서는 무처리의 54.8%가, 8일간 처리에서는 73.7%, 15일간 처리에서는 88.9%의 수량감소를 보임으로서 5일간 침수처리시에도 50% 이상의 수량감소를 나타내었다. 권 등(1988)의 보고에 의하면 개화시기의 습해처리는 결협을 저하에 의해 수량이 크게 지배된다고 하였는데 본 연구의 침수처리에서도 과습해와 같은 기작의 해가 발생되는 것으로 생각된다.

표 56. 浸水처리기간에 따른 수량 및 수량구성요인들의 변화양상.

처	리	평 균 간 장 (cm)	㎡당 기체수 (개)	기체당 마디수 (개)	기체당 분지수 (개)	마디당 협 수 (개)	협당 립수 (개)	백립중 (g)	㎡당# 수량 (g)
무	처	36.18	11.1	13.93	5.93	6.91	1.93	23.73	489.3
(%)		(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)
5	일간	34.38ns	7.77**	13.75ns	3.58**	5.77*	1.62ns	22.17ns	221.4**
(%)		(95.0)	(70.0)	(98.7)	(60.4)	(83.5)	(83.9)	(93.4)	(45.2)
8	일간	33.17*	7.22**	13.43ns	3.30**	4.09**	1.70ns	19.13*	128.9**
(%)		(91.8)	(65.0)	(96.4)	(55.6)	(59.2)	(88.1)	(80.6)	(26.3)
15	일간	31.54**	6.66**	12.5**	2.64**	2.17**	1.70ns	17.73**	54.5**
(%)		(87.2)	(60.0)	(89.7)	(44.6)	(31.4)	(88.1)	(74.7)	(11.1)

- # : $\text{㎡수량} = \text{㎡당기체수} \times \text{기체당마디수} \times \text{마디당협수} \times \text{협당립수} \times 100\text{립중}$
(무처리구의 ㎡당 기체수 는 11.1개체로 추정함)

- * : Significant at the LSD 5% level within a column.
- ** : Significant at the LSD 1% level within a column.
- ns : Not significant.

2) 過濕처리기간이 무와 배추의 生長에 미치는 영향.

본 실험은 9월 장마로 인한 논포장의 과습조건이 가을채소의 生長에 미치는 영향을 알고자 생육중기인 무와 배추에 지하수위 5cm의 과습처리를 행한 결과는 표 57, 58과 같다.

무는 과습처리기간에도 生長이 이루어지나 처리기간이 길어질수록 무처리에 비해 生長 량이 급격히 감소하였는데 3일간 과습처리에서는 배수후 1주일 이후에 生長이 많이 회복되어 수확시에는 무처리에 비해 6.1%가 감소하였다. 그러나 6일간과 9일간 과습처리에서는 배수후 2주 이후에 生長이 어느 정도 회복되나 회복정도가 크게 떨어져 수확시 무처리에 비해 각각 35.6%와 48.4%만큼 수량이 감소되었다.

배추에 있어서는 무에 비해 수량감소정도가 적어, 3일간 처리에서는 수확시 수량이 무처리에 비해 5.7%가 감소되었으며, 6일간 처리에서도 배수 후 1주일 내에 生長이 많이 회복되어 수확시 무처리에 비해 13.4%의 수량감소를 가져왔으나 9일간 처리에 있어서는 生長이 배수후 2주일째 부터 회복되나 회복정도가 극히 적어 수확시 무처리에 비해 수량이 34.4% 감소되었다.

서 등(1985)은 파종 후 4주째에 무와 배추에 浸水처리한 결과 무, 배추 모두 1일 침수처리에서도 수량감소가 30% 이상 된다고 하였으나 이는 浸水깊이가 10cm까지 浸水함으로서 본 실험과는 다른 결과를 나타냈다.

따라서 지하수위 5cm인 과습조건일지라도 무는 3일 이상, 배추는 6일 이상 경과될 경우에는 수확을 기대하기 어려울 뿐 아니라 2일 이상 될 경우에는 수확을 할지라도 상품적 가치는 없었다.

표 57. 지하수위 5cm 과습처리기간이 무의 근중에 미치는 영향

처 리	처리종료일	배수후7일	배수후14일	수확시
	생체중(g) (%)	생체중(g) (%)	생체중(g) (%)	생체중(g) (%)
무 처 리	227.0 (100)	510.0 (100)	1045.5 (100)	2105.0 (100)
3일간과습	201.3 (88.7)	361.0 (70.8)	863.6 (82.6)	1976.0 (93.9)
6일간과습	197.5 (87.0)	235.0 (46.1)	487.0 (46.6)	1355.0 (64.4)
9일간과습	153.5 (67.6)	209.0 (41.0)	414.0 (39.6)	1085.3 (51.6)

표 58. 지하수위 5cm 과습처리 기간이 배추의 지상부 생체중에 미치는 영향

처 리	처리종료일	배수후7일	배수후14일	수확시
	생체중(g) (%)	생체중(g) (%)	생체중(g) (%)	생체중(g) (%)
무 처 리	903.0 (100)	1275.0 (100)	1826.5 (100)	3110.5 (100)
3일간과습	737.3 (81.6)	1182.0 (92.7)	1773.5 (97.1)	2995.4 (96.3)
6일간과습	581.1 (64.3)	1049.0 (82.3)	1574.0 (86.2)	2693.7 (86.6)
9일간과습	504.0 (55.8)	717.0 (56.2)	1136.1 (62.2)	2039.5 (65.6)

結論 및 요약

- (1) 콩, 고추, 참깨, 배추, 무의 濕害에 관한 試驗 結果 콩이 耐濕性이 가장 강했으며, 고추, 참깨는 耐濕性이 弱하여 1일以上, 무, 배추는 2일以上 浸水時에는 實質的인 收量은 기대하기 어렵다.
- (2) 콩은 耐濕性은 크지만 收量에 큰 影響이 없으려면 過濕期間이 5일 以上되지 말아야 하며, 表土까지의 浸水는 2일以上 經過되지 말아야만 한다.
- (3) 모든 作物에 있어 浸水時에는 1일 以內, 30cm 地下水位 條件에서는 7일 以內에 排水를 해주어야만 하며, 地下水位는 최소한 50cm以下로 유지해 주어야 함.
- (4) 따라서 排水不良인 埴壤土, 埴土條件에서는 答전윤환재배시 콩, 율무, 피만이 可能하며, 排水가 良好한 砂壤土條件에서는 옥수수, 메밀, 수수, Italian ryegrass가 可能하며, 短期間 栽培로서 상치, 파슬리, 배추등이 可能할 것으로 생각되나 이는 좀더 많은 研究가 계속적으로 수행되어야 할 것으로 생각된다.

參考文獻

1. 권신한.이홍석.홍은희, 1982, 하작물의 기상재해와 그 대책, 한작지 27(4): 398~410.
2. 농업기반조성사업통계연보, 1992, 농수산부 농업진흥공사, 16~21.
3. 정상환.황형백.이종팔.이상백.최대웅.손삼신.강광희, 1987, 낙동강유역의 홍수빈도와 땅콩浸水가 생육 및 수량에 미치는 영향, 농시논문집(작물) 29(1):270~277.
4. 황형백.정상환.서동환.윤재탁, 1992, 참깨의 생육단계별 浸水처리가 생육 및 수량에 미치는 영향, 농시논문집(전,특작편) 34(2): 45~53.
5. 최형국.김용재.구자옥.황종규.김학진, 1990, 참깨 생육기별 浸水기간이 주요형질에 미치는 영향, 한작지 35(3): 224~232.
6. 서효덕.권영삼.박상근, 1985, 주요채소 浸水피해에 관한 시험, 원시연보: 148~153.
7. 권용웅.이민규, 1988, 콩의 영양생장기 및 개화기의 습해 조건에 대한 생리반응에 관한 연구, 농시논문집(농업산학협동편) 31: 289~300.
8. 農林水産技術會議事務局, 1988, 水田農業の基礎技術-轉換田の主要成果情報.

3.5.3 잡초 발생 生態 變化에 따른 除草劑들의 효과 시험

일반적으로 담전윤환시 잡초발생감소의 장점이 있다고는 하나 이는 수도재배 시에만 국한되는 것으로 논에 전작물을 재배할 경우에는 강우정도와 분포에 따른 잡초발생 양태가 크게 변화되어 가뭄 시에는 밭잡초의 발생이 많아지나

표 59. 토양처리제초제의 약해유발 환경 및 약효 감소 환경요인.

제 초 제 명	약해 발생 환경			약효감소 환경요인	
	과습조건	강우시	작물출현후	건조조건	잡초출현후
Alachlor E.C.	○	◇	○	◇	○
Alachlor G.	○	◇	○	●	○
CNP E.C.	◎	◎	◎	◇	◎
CNP W.P.	◇	●	◇	◇	◇
Simazine G.	◇	◇	○	●	○
Napropamide W.P.	●	●	◇	◇	◇
Napropamide E.C.	●	◇	●	◇	●
Butachlor E.C.	○	◇	◇	◇	◇
Metribuzin W.P.	◇	●	●	○	●
Linuron W.P.	◇	◇	◇	◇	◇
Methabenzthiazuron W.P.	●	●	○	◇	○
Trifluralin E.C.	○	◇	◇	◇	◇
Prometryn W.P.	○	◇	◇	◇	◇
Nitral W.P.	◇	●	◇	◇	◇
Pendimethalin G.	●	◇	◇	●	◇
Pendimethalin S.G.	◇	◇	◇	●	◇
Pendimethalin+linuron W.P.	◇	◇	◇	◇	◇
Pendimethalin+linuron E.C.	◇	◇	◇	◇	◇
Alachlor+pendimethalin E.C.	○	◇	◇	◇	◇
Metolachlor+prometryn E.C.	○	◇	●	◇	●
Oxadiazon E.C.	◇	◇	◇	◇	◇
Oxadiazon+pendimethalin E.C.	○	◇	◇	○	◇
Ethalfuralin E.C.	●	◇	◇	○	◇
Metolachlor+prometryn G.	●	●	◇	○	◇
Clomazone E.C.	●	●	○	◇	○
Metolachlor E.C.	○	◇	◇	◇	◇
Metolachlor G.	○	◇	◇	○	◇

◎: 절대로 사용치 마십시오. ●: 사용치 마십시오. ○: 피하십시오. ◇: 주의사항 없음.

장마기에는 오히려 습생잡초의 多發生으로 인해 草種이 다양화되어 현재까지 작물재배지에서 문제잡초로 인식되지 않던 잡초가 답전윤환시에는 과습조건에 의해 우점화될 가능성이 매우 크며, 특히 이와 같은 잡초에 대한 제초제 개발은 전혀 이루어지지 않은 상태이며, 또한 제초제의 사용에 있어서도 발제초제의 경우에는 농약사용지침서에서와 같이 “과습한 조건에서는 약해의 위험성이 있으니 사용하지 마십시오”라는 경고의 문구와 같이 답전윤환 재배시의 발제초제 사용은 작물약해의 위험이 클 것으로 생각되며, 논 제초제사용에 있어서는 대부분이 수생잡초에 대한 약효가 평가되어 있을 뿐 습생잡초 및 발잡초에 대한 약효는 전혀 연구된 바가 없어 약효의 문제점이 있으리라 생각된다. 또한 발제초제들은 토양이 습한 경우 약해를 내기 쉽고 논 제초제들은 발작물에 대한 약해 안전성 평가가 안되어 있다. 그리고 표 59에서와 같이 발제초제의 작물에 대한 약해 및 잡초에 대한 약효는 대부분이 강우와 관련이 있으며, 특히 과습조건이나 강우시에는 약해의 위험성이 크다고 하였으며, 건조시에는 약효가 경감됨으로 사용을 하지 말라고 하였으며, 또한 약제처리시기에 있어서도 작물출현 후에는 약해가 발생되며, 잡초의 발생 후에는 약효가 떨어짐으로 사용을 하지 말라고 하였다. 이는 약제의 처리시기가 매우 좁아 답전윤환답에서의 제초제 사용을 더욱더 어렵게 하는 요인이다. 그러나 현재까지의 연구는 단지 답전윤환시 잡초 발생변화만이 조금 이루어진 상태이다.

이에 본 실험은 답전윤환시 기존에 널리 사용되는 발제초제를 이용하여 잡초 방제 및 전작물에서의 약해발생을 알아보고자 수행하였다.

1) 발아전처리 제초제에 의한 잡초방제율 및 작물별 약해평가 실험.

밭에서 널리 사용하는 1년생 제초제인 랏소, 데브리놀, 스톱프를 이용하여 잡초방제 및 6작물에 대한 약해를 달관 평가하였다.

材料 및 方法

공시작물인 무, 배추, 메밀, 콩, 참깨, 옥수수의 6작물을 6월 11일에 파종하였으며, 제초제처리는 파종후 3일째에 분무기를 이용하여 처리약량을 제 품 량으로 랏소유제는 300ml/10a, 데브리놀 유제는 600ml/10a, 스톱프유제는 300ml/10a를 각각 처리하고 약제처리 후 37일째에 잡초방제효과는 발생잡초수에 의해, 작물의 약해는 달관평가에 의해 조사하였다. 반복은 3반복으로 하였다.

結果 및 考察

(1) 잡초방제효과

발생한 잡초草種은 표 60에서와 같이 6草種이었으며 월년생인 망초만을 제외하고는 습지생태형이었다. 잡초방제효과는 공시약제인 3약제 모두 망초, 피, 여뀌, 미국개기장에는 90% 이상의 방제효과를 보여 이들 草種에 대한 약효는 실용상 문제점이 없는 것으로 나타났으나 논외의 담수상태와 습담상태에서 많이 발생하는 자귀풀, 미국가막살이에 대해서는 60% 이하의 저조한 방제효과를 보임으로서 담전윤환시 이들 잡초방제에 문제점이 있을 것으로 사료된다.

(2) 작물별 약해평가

약제처리에 대한 작물별 약해 발생에 있어서는 스톱프 처리시 참깨에 있어서만이 약해가 크게 발생하였을 뿐 다른 처리에 있어서는 약해증상을 보이지 않았다. 본 실험에서는 약제처리 후 20여일간 비가 오지 않아 포장상태가 일반 밭조건과 같이 건조하였다. 그러나 담을 전으로 사용할 경우 논 토성에 따라 강우시 배수불량으로 과습 조건이 되기 쉬우므로 과습에 따른 약해 평가는 계속적으로 수행되어야 할 것으로 생각된다.(표 61)

표 60. 발제초제의 잡초방제효과. (개체수/1m²)

제 초 제 명	건지형		습 지 형				
	망초	피	여뀌	자귀풀	미국가막살이	미국개기장	
무 방 제 구	개체수 300	300	6	70	7	100	
랏 소 (Alachlor)	개체수 10	15	0	65	5	6	
	방제율(%) 96.7	95.0	100	7.1	28.6	94.0	
데브리놀 (Naproamide)	개체수 3	28	0	70	3	11	
	방제율(%) 99.0	90.7	100	0.0	57.1	89.0	
스톱프 (Pendimethalin)	개체수 6	2	0	63	6	2	
	방제율(%) 94.0	99.3	100	10.0	14.3	98.0	

표 61. 작물별 발제초제의 약해평가.

제 초 제 명	무	배 추	메 밀	콩	참 개	옥수수
무 방 제 구	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
랏 소 (Alachlor)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
데브리놀(Naproamide)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
스톱프(Pendimethalin)	0.0	0.0	0.0	0.0	60.0	0.0

2) 경엽처리제초제에 의한 잡초방제율 및 작물별 약해평가 실험.

밭에서 널리 사용하는 1년생 화본과 제초제인 나브와 광엽제초제인 풀모리를 이용하여 잡초방제 및 5작물에 대한 약해를 달관평가 하였다.

材料 및 方法

공시작물인 무, 배추, 메밀, 콩, 옥수수의 5작물을 9월 11일에 파종하였으며, 제초제처리는 파종후 30일째에 분무기를 이용하여 처리약량을 제품 량으로 나브유제는 10a당 150ml의 약량을 물 120ℓ에 풀모리수화제는 300g를 물 120ℓ에 각각 희석하여 경엽처리하였으며, 약해 및 약효 조사는 약제처리 후 30일째에 달관조사하였다. 반복은 3반복으로 하였다.

結果 및 考察

제초제 처리 효과를 보면 표 62에서와 같이 약제 특성상 화본과제초제인 나브는 메밀, 무, 배추에 약해가 경미하게 나타났으나 화본과 작물인 옥수수는 전 식물체가 고사하였으며, 광엽제초제인 풀모리는 화본과작물인 옥수수에는 약해가 나타나지 않았으나 광엽 작물인 콩과 메밀에는 생육억제와 엽의 갈변화가 약간 나타났으며 특히 무와 배추는 작물 전체가 고사하였다.

또한 잡초방제에 있어서는 나브유제는 화본과에 약효가 매우 좋아 화본과 잡

초인 독새플과 띠에 있어서 약효가 좋았으나 광엽잡초인 망초, 냉이, 별꽃, 벼룩나물에 대해서는 전혀 약효를 나타내지 못하였다. 풀모리 수화제는 다년생 화본과 잡초인 띠와 1년생 화본과 잡초인 독새플에 대해 방제효과가 저조하였으나 광엽잡초에 대해 좋은 방제효과를 보였다.

표 62. 작물별 약해 및 잡초방제효과

약 제 명	약 해					약 효						
	옥수	콩	메밀	무	배추	띠	독새	망초	냉이	별꽃	벼룩	나물
CONTROL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
나브유제 (Sethoxydim E.C.)	95	0	5	5	5	90	100	0	0	0	0	0
풀모리수화제 (Methabenzthiazu -ron+Prometryn W.P.)	0	15	20	90	90	10	30	100	100	100	100	100

(0:전혀 식물체에 영향이 없음, 100:전식물체가 죽음)

3) 논제초제에 의한 밭작물의 약해에 관한 시험.

(1) 밭아전처리제초제에 의한 잡초방제율 및 작물별 약해평가 실험.

논에서 널리 사용하는 Sulfonylurea계 합제제초제인 마무리, 유나니, 골드논, 포졸, 만수레를 이용하여 잡초방제 및 6작물에 대한 약해를 달관평가 하였다.

材料 및 方法

공시작물인 무, 배추, 메밀, 콩, 참깨, 옥수수의 6작물을 6월 11일에 파종하였으며, 제초제처리는 파종후 3일째에 마무리입제, 유나니입제, 골드논입제, 포졸입제를 곱게 갈아 10a당 제품량 3kg 수준의 약량을 물 500ml에 섞어 조루를 이용하여 골고루 뿌려서 처리하였으며, Flowable인 만수레는 10a당 제품량 500ml

의 약량수준을 분무기를 이용하여 각각 처리하였다. 약제처리 후 37일째에 잡초 방제효과는 발생잡초수에 의해, 작물의 약해는 달관 평가에 의해 조사하였다. 반복은 3반복으로 하였다.

結果 및 考察

① 잡초방제효과

잡초 방제 효과를 보면 표 63과 같다. 망초와 여뀌에 대한 약효는 100로 매우 우수하였으나, 피에 있어서는 포졸을 제외하고는 90% 이하의 방제효과를 보여 약효가 미흡하였으며, 미국개기장에 있어서는 유나니만이 93%의 방제효과를 보였을 뿐 기타 다른 약제에서의 잡초방제효과는 90% 이하로 미흡하였다. 특히 담수상태에서는 방제가 잘되는 자귀풀과 미국가막살이에 있어서는 방제효과가 발제초제와 같이 크게 떨어져 실용상 문제점이 있었다.

표 63. 논제초제의 잡초방제효과. (개체수/1m²)

제 초 제 명	개체수	건지형 습 지 형					
		망 초	피	여 귀	자귀풀	미국가막살이	미국개기장
무 방 제 구	개체수	300	300	6	70	7	100
마무리(Butachlor +bensulfuron+dymron)	개체수	0	50	0	70	8	13
	방제율(%)	100	83.3	100	0.0	0.0	89.0
유나니(Benthiocarb +pyrazosulfuron)	개체수	0	40	0	68	2	7
	방제율(%)	100	86.7	100	2.9	75.0	93.0
골드논(Oxadiazon +bensulfuron)	개체수	0	50	0	70	4	16
	방제율(%)	100	83.3	100	0.0	28.6	84.0
포 졸(Quinclorac +bensulfuron)	개체수	0	15	0	60	2	28
	방제율(%)	100	95.0	100	14.3	75.0	72.0
만수레(Pyributicarb +bensulfuron)	개체수	0	230	0	70	2	60
	방제율(%)	100	23.3	100	0.0	75.0	40.0

② 작물별 약해평가

약제처리에 대한 작물별 약해 발생에 있어서는 표 64에 나타난 바와 같이 무, 배추, 참깨는 모든 약제 처리에서 수량을 얻기 힘들 정도의 약해가 발생하였으며, 메밀에 있어서는 마무리 처리구에서, 옥수수에는 유나니에서 약해가 발생하였다.

표 64. 작물별 논제초제의 약해평가

제 초 제 명	무	배 추	메 밀	콩	참 깨	옥수수
무 방 제 구	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
마 무 리 (Butachlor+bensul furon+dymron)	100	100	10	0	90	0
유 나 니 (Benthiocarb+pyrazosul furon)	100	100	0	0	90	20
골 드 논 (Oxadiazon+bensul furon)	90	90	0	0	50	0
포 줄 (Quinclorac+bensul furon)	95	87	0	0	55	0
만 수 레 (pyributicarb+bensul furon)	90	90	0	0	55	0

(2) 경엽처리제초제에 의한 잡초방제율 및 작물별 약해평가 실험.

논에서 널리 사용하는 1년생 못자리제초제인 스템에프-34와 광엽제초제인 밧사그란를 이용하여 잡초방제 및 5작물에 대한 약해를 달관평가 하였다.

材料 및 方法

공시작물인 무, 배추, 메밀, 콩, 옥수수의 5작물을 9월 11일에 파종하였으며,

제초제처리는 파종후 30일째에 분무기를 이용하여 처리약량을 제 품량으로 스템에프-34유제는 10a당 600ml의 약량을 물 100ℓ에 밧사그란유제는 400ml를 물 120ℓ에 각각 희석하여 경엽 처리하였으며, 약해 및 약효 조사는 약제처리 후 30일째에 달관 조사하였다. 반복은 3반복으로 하였다.

結果

시험결과는 표 65에서와 같이 약제 특성상 광엽제초제인 밧사그란은 화본과 작물인 옥수수에 대해서는 전혀 약해가 나타나지 않았으나 무, 배추, 메밀는 식물체 전체가 고사되었으며, 콩에서는 새로 나오는 싹에는 약해가 없었으나 약제가 처리된 엽은 고사하였다. 그러나 스템에프-34는 옥수수에서는 약해가 적었으나 다른 작물에서는 생육이 억제되는 약해를 나타냈다.

또한 잡초방제에 있어서는 밧사그란액제는 화본과잡초에는 전혀 약효를 보이지 않았으나 광엽잡초는 100% 방제가 가능하였으며, 스템에프-34는 화본과 잡초인 띠와 독새풀을 제외한 모든 잡초에 대해 90% 이상의 방제효과를 보였다.

표 65. 작물별 약해 및 잡초방제효과

약제명	약해					약효					
	옥수수	콩	메밀	무	배추	띠	독새풀	망초	냉이	별꽃	벼룩나물
CONTROL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
밧사그란액제 (Bentazone L.Q.)	0	30	100	100	100	0	0	100	100	100	100
스템에프-34 (Propanil E.C)	10	30	30	30	30	10	80	90	90	95	90

(0:전혀 식물체에 영향이 없음, 100:전식물체가 죽음)

綜合考察

제초제처리에 의한 잡초방제에 있어서는 밧제초제인 밧아전처리제를 처리할 경우 약해는 수분에 의해 크게 변동 될 뿐만 아니라 잡초방제 효과가 草種간

차이를 보였으며, 특히 濕地型 잡초인 자귀풀과 미국가막살이에는 약효발현이 크게 떨어졌다. 또한 발아전 처리제의 경우 약효지속기간이 30 여일 밖에 되지 않는 현실에서 후기에 발생한 잡초를 방제키 위해 경엽처리제초제를 처리한 결과는 화본과제초제는 광엽작물에는 안전하나 광엽잡초를 방제치 못해 문제점이 있었으며, 광엽제초제는 화본과 작물인 옥수수에는 안전하나 퉁새풀과 같은 화본과잡초의 방제에는 전혀 효과를 보이지 못해 2차년도와 같이 화본과잡초의 우점하에서는 큰 문제점이 있으리라 생각된다. 또한 현재 논에서 가장 널리 쓰이는 Sulfonyl-urea계열의 제초제를 처리한 결과에 의하면 논 담수상태에서 처리한 경우보다 잡초방제효과가 크게 떨어졌으며, 특히 밭 제초제와 같이 습생잡초인 자귀풀이나 미국가막살이에 약효가 크게 떨어졌다. 또한 약해에 있어서도 무, 배추, 참깨는 약해가 크게 발생하여 논 제초제를 사용할 수 없었다.

따라서 현재로서는 이들 습생잡초에 대한 평가가 계속되어야만 할 것이며, 또한 습생잡초는 논을 밭으로 轉換시 논이나 밭에서보다 더욱 多發生함으로서 이들 습생 잡초에 대한 천이와 발생 량의 변화를 계속적으로 연구하여야 할 뿐만 아니라 이들에 대한 제초제선발이 논을 汎用化하여 대규모기계화 영농을 하기 위해서는 우선적으로 이루어져야만 할 것으로 생각된다. 특히 본 실험은 2년이라는 짧은 기간을 통하여 잡초발생량의 변화를 정확히 측정하기에는 문제가 있었으며, 또한 잡초의 발생이 수분 및 토양과 밀접하게 관련되어 변화가 크게 나타나므로 모든 조건에서 실험을 행하기는 어려워 일부 제초제와 수분상태에서만 수행되어 모든 상황에 適用하기란 어려운 입장이다.

結論 및 要約

畚田輪換 재배시 현재 널리 이용되는 밭의 토양처리제초제와 경엽처리제 그리고 논 토양처리제초제와 경엽처리 제초제를 처리한 결과는 다음과 같다.

- (1) 논 토양 처리제와 밭 토양 처리제 모두 습지 생태형 잡초인 자귀풀과 미국가막살이에 대해 약효가 극히 저조했다.
- (2) 밭 토양 처리제는 밭작물에 안전한 것으로 나타났으나 논 토양 처리제는 무, 배추, 참깨에 약해가 크게 발생했다.
- (3) 밭 경엽 처리 제초제 처리시 나브는 콩에, 풀모리는 옥수수에 안전하였으나 나브는 광엽 잡초에, 풀모리는 화본과 잡초에 약효가 없었다.
- (4) 논 경엽 처리제인 밧사그란은 옥수수에서도 안전하였으나 다른 작물에 대해서는 약해가 크게 발생하였으며, 화본과 잡초에 대한 살초 효과도 전혀 없었으며, 스템에프-34는 옥수수에서 약해가 경미하게 발생하였으며 다른 작물에 대해

서도 크게 발생하였고 약효에 있어서도 화본과 잡초에 있어 살초 효과가 저조하였다.

인 용 문 헌

- 1) 연규복.권용웅외 8인, 1992, 한국의 밭잡초.
- 2) 일본전문가 귀국보고(한국농경지 고도이용연구계획), 1992, 한,일농업공동연구단.
- 3) 구연충.박광호.오윤진, 1990, 벼 건답직파재배에 따른 잡초군락의 변화, 한국잡초학회지 별책 12(2):58~60.
- 4) Kusanagi, kokuichi, 1988, Biology and Control of perennial Weeds in paddy field, KSWS 8(2):114~123.
- 5) 장영희.김창석.연규복, 1990, 최근 한국의 전작지 잡초발생 분포에 관하여, 한국잡초학회지 9(2):123~129.

3.6 汎用 농경지의 畚田輪換 作付體系와 經營 합리화 방안

3.6.1 답전운환의 經濟的 重要性

우리 나라 농업은 UR타결과 그 이행이 진행될 경우 농업자원, 특히 농경지 이용체계의 전면적인 調整이 불가피하게 될 것이 예견된다. 특히, 쌀 수입이 2001년까지 약 400만섬이 될 경우 논의 운환체계를 위한 기반 정비는 필수적이라 할 수 있다.

최근 수년간 農地의 他用途轉用에 의한 농경지면적이나 이용률이 계속 감소되어 왔다. 농경지 면적이 지속적으로 감소하고, 경지규모가 절대적으로 零細하며, 地價가 급속히 상승하는 추세에 있는 국가일수록 土地用役費 비중이 높은 곡물 등 粗放型 농업이 쇠퇴하고 토지를 최대한 절약하는 고생산성 농업으로 轉換 발전시켜 나가는 추세이다.

식량 자급도는 떨어지고 있으면서, 쌀의 자급도는 '85년도에 103.3%, '90년도에는 108.3%로 쌀의 供給過剩現狀이 지속되어 농업생산구조의 調整문제가 제기되기 시작했으며, 다른 한편으로 식품소비형태의 다양화, 고급화, 안전화, 便易화로 쌀을 중심으로 한 주곡 중심에서 축산물, 채소, 과실 중심으로 다양화되고 있을 뿐만 아니라 健康 指向的 식품소비로 안전농산물을 선호하는 경향으로 변하고 있다.

이러한 국내외적 추세에 따라 쌀을 중심으로 한 주곡의 생산, 소비 및 소득의 상대적 비용이 크게 감퇴됨으로써 국내외적으로 소비가 증가하는 채소, 과일, 축산물, 특용작물 등에 대한 집중적인 기술개발 및 투자가 이루어져야 할 뿐만 아니라 農地資源의 이용전환이 요청된다. 그러나, 논을 밭으로 이용해야 하는 不可避性이 인정된다 하더라도 이를 위한 투자와 이용방식의 개발이 전제되어야 할 뿐만 아니라 기술적, 經營經濟的으로 타당성이 입증되어야 한다.

답전운환은 근본적으로 논의 利用再編對策次元에서 그 방향과 방법이 강구되어야 할 것이다. 이는 최근의 쌀의 供給過剩基調下에서 논 자원의 계획적 운작문제가 쌀시장 개방과 더불어 장기적인 안목에서 농경지, 특히 논의 효율적이며 需要創造次元에서 개발이용이 중요한 연구과제로 제기되었다. 그러나 논 資源은 높은 生産力과 貯水能力 등의 국토보전 기능 뿐 아니라 앞으로도 우리 나라 농

업생산의 基幹으로 존재해야 한다는 命題下에서 答前運換문제가 논의되어야 할 것이다.

3.6.2 분석 방법 및 체계

1992년도의 중간보고서에서 제시되었던 경영 경제적 분석 방법과 체계를 기초로 하여 이번의 실험결과를 분석코자 하였다. 그 방법을 여기에서 다시 소개하면 다음과 같다.

수익적 요인(R)	손실적 요인(C)
수익의 증가 -----	수익의 감소 -----
비용의 감소 -----	비용의 증가 -----
계 -----	계 -----
R - C > 0 일 때 타당	

答前運換의 경영 경제적 分析技法은 여러 가지가 있을 수 있다. 논상태에서 발상태로 변화시켰을 때 변화된 作物栽培에 따른 投入算出의 변화를 計測하여 試算的으로 또는 部分豫算法에 의하여 答前運換의 경제적 타당성을 분석할 수 있다. 이 때 분석모형은 논상태를 A, 발상태를 B라 하면 A에서 B로 변화함으로써 발생될 수익적요인(수익의 증가 RI, 비용의 감소 CD)이 손실적요인(수익의 감소 RD, 비용의 증가 CI)보다 큰가 적은가에 의하여 변화의 타당성을 판정할 수 있는 방법이다. 이 방법은 실험연구 또는 농가적용실험자료를 기초로 농가에 어느 영농방식을 보급할 것인가를 판단하고자 할 때 활용하는 방법이다.

다른 분석 방법으로는 畚田輪換의 경제적 성과를 몇년간 총체적으로 보아야 할 필요가 있을 때 適用할 수 있는 방법으로는 관행 생산체계의 수익을 T_{sn} , 運換체계의 수익을 R_{sn} 이라고 할 때 答前運換의 경제적 효과 $V(c)$ 는 다음식과 같이 계측할 수 있다.

$$V(c) = \sum_{n=1}^n (R_{sn} - T_{sn}), \text{ n은 년도}$$

이 방법의 適用을 위하여서는 몇년간의 作付可能體系別 生産性指標, 비용지표, 收益性 및 가격지표 등에 관한 자료가 있을 때 분석 가능하다.

답전유회환이 가능한 상태의 농경지를 개발하는데 자본투자가 수반될 때는 위의 두가지 분석방법으로는 불충분하다. 현실적으로 논상태의 경지를 답전유회환가능상태로 개발하자면 막대한 투자가 수반되어야 함으로 이때 답전유회환의 경제적 타당성분석을 위하여서는 투자내부수익을 분석기법을 적용하는 것이 바람직 할 것이다. 이는 다음방식으로 계측할 수 있다.

$$\text{투자내부수익율(IRR)} = \frac{\text{수익의 현재가치}}{\text{투자의 현재가치}} = 1 \text{ 일 때의 할인율}$$

즉,

$$\text{IRR} = \frac{\sum_{n=0}^n [Bn(\frac{1}{(1+i)^n})]}{\sum_{n=0}^n (\text{In}(\frac{1}{(1+i)^n}))} = 1$$

이 때, B는 순수익
I는 자본투자
i는 복합할인율
n은 년도임.

위와 같은 분석기법은 단순히 經濟的 妥當性을 검증하는 것으로 답전유회환과 같은 국책사업의 종합적 타당성 여부를 분석하기 위하여서는 보다 거시적인 분석기법이 요청된다. 답전유회환의 기술적, 경제적 타당성 뿐만 아니라 사회적 및 정책적 타당성도 검토되어야 할 것이다. 그리고 막대한 투자가 수반되어야 함으로 단기적 효과 뿐만 아니라 장기적 효과도 계측하여 정책적 판단을 하여야 할 것이다.

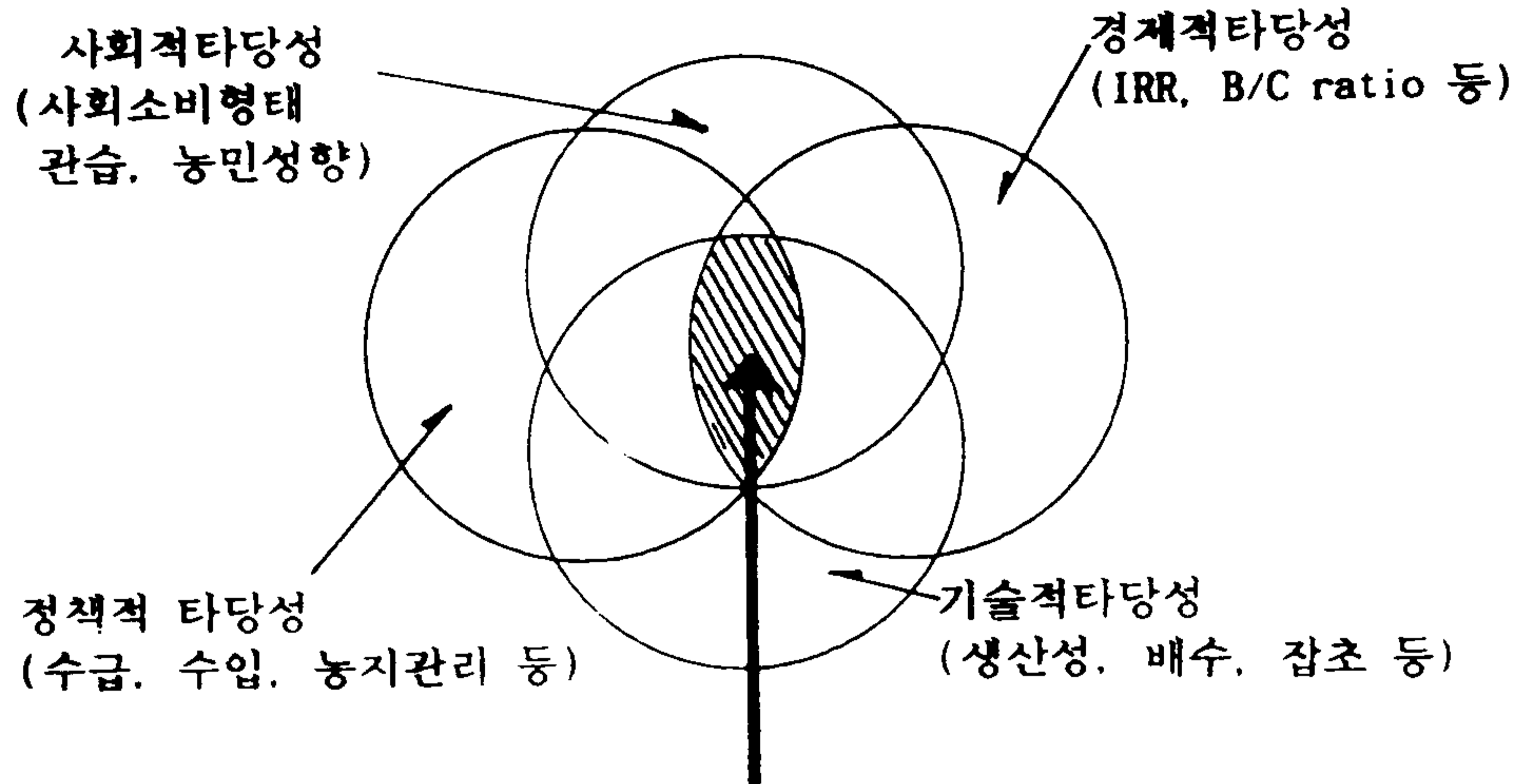


그림 15 畝田輪換可能領域

앞의 그림 15에서 보는 바와 같이 기술적으로는 답전윤환의 타당성이 인정되며, 경제적, 사회적, 정책적으로 답전윤환의 필요성이 있으나 기술적, 경제적, 사회적으로 제기되는 문제는 무엇인가 등에 관한 종합적인 분석이 있어야 할 것이다.

앞에서 몇가지 經營經濟的 分析技法을 제시하였으나 본 연구는 1,2차에 걸친 답전윤환의 기술적인 측면에서의 기초실험 단계로써 경영경제적인 종합적 타당성 분석에는 제한적인 단계임을 지적하면서 앞으로의 분석방법 제시에 역점을 두고 분석하였다.

3.6.3 經營分析 結果

1) 畝田輪換의 所得補完,保合

답전윤환이 가능한 상태에로의 농경지개발은 쌀농사 + a(기타작목)의 도입 가능성을 확대할 수 있다. 특히나 생산성이 낮을 뿐만 아니라 농경지 이용률의 감소, 노동력 부족 등에 의한 限界畝에서의 답전윤환은 작목결합의 다양성을 촉진시키는 결과를 가져올 수 있다. 이 쌀생산을 일정수준 유지하면서 所得創出 作目を 재배할 수 있고 도입작목에 따라서는 쌀생산과 동시에 다른 작목도 생산할 수 있는 보완적인 효과도 기대할 수 있다. 다만 생산시기의 競合期에 쌀생산을 포기하고 다른 소득작목을 도입할 것인가 여부는 어떤 작목이 기회수익이 클 것인가에 따라 결정될 것이다.

이를 그림 16로 설명하면 Y1을 쌀 생산, Y2를 전작목이라 할 때 답전윤환농지에서 AB영역은 쌀과 전작목을 동시에 증가시킬 수 있고, BC영역은 쌀생산은 일정수준 유지하면서 전작목을 추가적으로 증가시킬 수 있고, CD영역은 쌀과 다른 작물의 경합 또는 경쟁관계를 나타낸다.

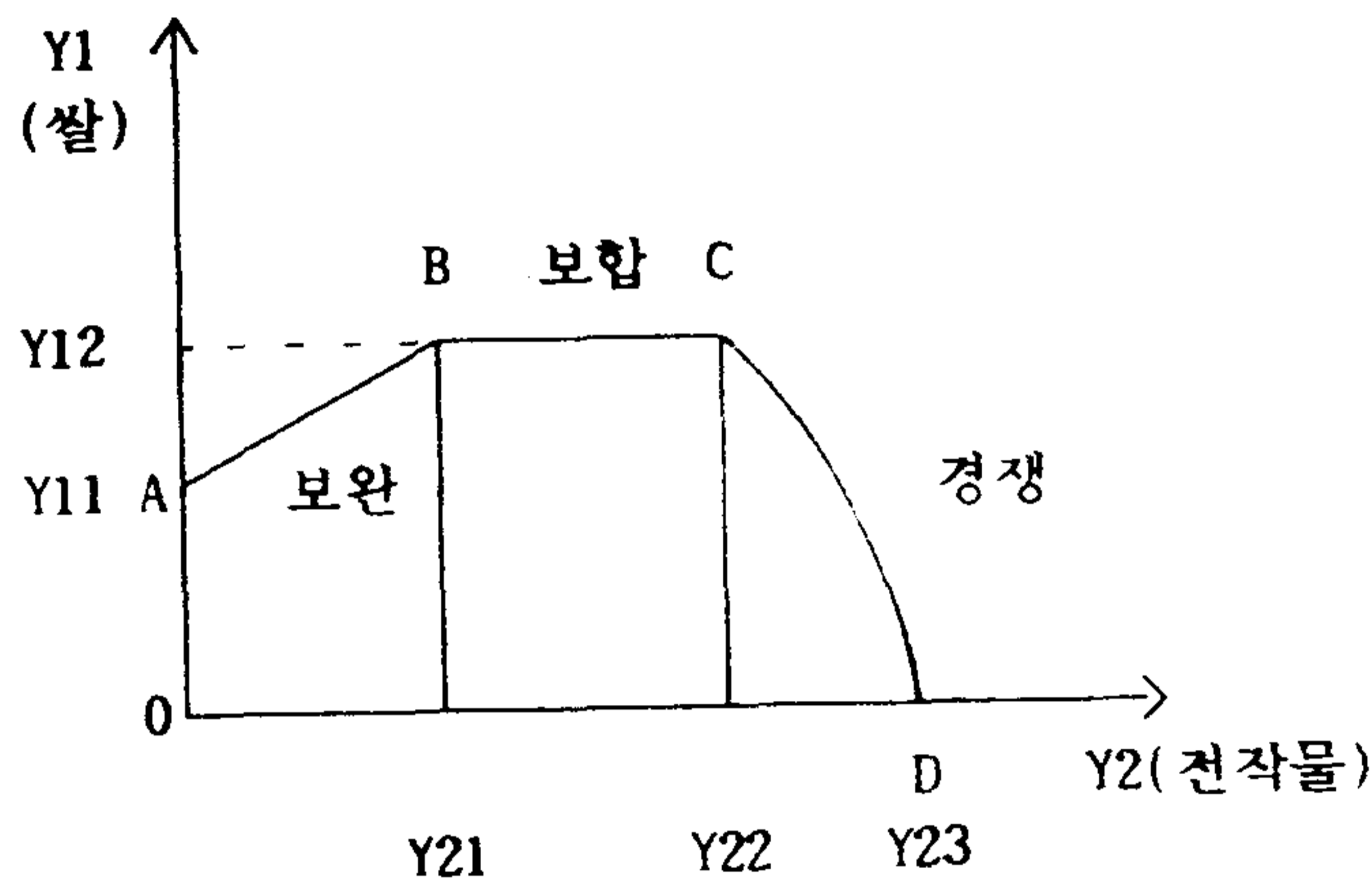


그림 16 作物 結合 模型

본 실험에서는 논을 밭상태로 재배 가능한 작물을 토콩, 토성, 수위 별로 공시작물을 제한적으로 선정하여 생육과 수량에 미치는 영향을 실험한 자료로써 위의 분석 모형에 의한 경제분석은 한계가 있으며 쌀농사는 포기하고 밭작물 재배만을 실험했기 때문에 경쟁관계에 있다는 전제하에서 쌀농사에서 의 收支와 導入作付體系에 따른 수지를 비교하였다.

표 66에서 보는 바와 같이 답전윤환가능조건하에서 작부체계를 토마토(여름)--배추(가을)를 택했을 경우에 쌀생산하는 것보다도 841,479원의 소득증가가 가능한 것으로 試算되었으나, 작부체계를 콩(여름)--보리(가을)를 택할 경우에는 쌀을 생산했을 경우보다도 123,975원의 소득감소를 유발할 것으로 시산 되었다.

표 66 畝田輪換에 따른 收支 (단위 10a당) *)

작 목	수 량 (kg)	조수익 (원)	경영비 (원)	소 득 (원)	비 고
쌀(A)	4461)	632,979	184,007	448,972	
토마토 배 추 계(B)	2,858 6,913 -	1,415,326 545,231 -	545,423 213,128 -	869,903 332,103 1,202,006	가을배추
콩 보 리 계(C)	213 242	248,192 240,362	83,118 93,163	165,074 93,139 258,213	겉보리
B - A	-	-	-	+ 753,999	
C - A	-	-	-	- 189,794	

*) 농촌진흥청, '농축산물 표준소득' 자료에 의하여 시산 했음.
1993년도 이상기온으로 '92년도 수량적용

표 67 답전윤환에 따른 수지*) (단위 : 10a당)

작 목	수 량 (kg)	조수익 (원)	경영비 (원)	소 득 (원)	비 고
쌀(A)	446	632,979	184,007	448,972	
옥수수 배 추 계(B)	555 6,913	282,537 545,231	111,464 203,563	171,073 332,103 503,176	'92자료
봄배추 들 깨 계(C)	4,547 89	935,814 227,479	316,369 61,304	619,445 166,175 785,620	'92자료
B - A				+ 54,204	
C - A				+ 336,648	

*) 농촌진흥청, '농축산물 표준소득' 자료에 의하여 시산 했음.

따라서 답전윤환이 가능한 농경지 개발은 농가소득증대에 기여할 수 있을 뿐만 아니라 농가의 作目選擇機會를 확대함으로써 농산물 수요변화에 대응할 수 있는 융통적인 영농의사결정이 가능할 수 있을 것으로 본다. 물론 쌀보다는 위험과 불확실성 요인이 많을 것이고 농가나 지역간에 경쟁관계가 심화될 것이 예견된다.

또한 작부체계를 옥수수--배추와 봄배추--들깨를 택했을 경우의 수익을 비교하면 표 67과 같다. 이 작부체계에서도 쌀보다 약 361,431원~364,469의 소득 증가가 있을 것으로 시산 된다.

답전윤환상태로 논을 개량하여 쌀농사를 하고 前後作으로 밭작물을 재배할 경우 쌀 생산에는 지장없이 전후작의 소득은 증가할 수 있게 됨은 물론이다.

2) 답전윤환농지개발 투자효과

답전윤환가능농지로 개발하는데 소요될 투자내역에 관한 자료는 아직 시산할 단계에 있지 않다. 앞으로 이 사업을 개별농민, 지역단체 또는 국가적으로 추진한다고 할 때 투자가치는 있겠는가 하는 예비적 분석은 필요하다.

앞으로 이 분야에 관한 연구사업을 설계하는 경우에 투자효과를 분석할 수 있는 내용이 조사연구되어야 할 것이다.

이 사업의 투자효과를 분석하는 데에는 일정규모의 농지에서의 實證實驗結果가 있어야 할 것이다. 특히 국가수준에서 적용했을 경우에 작목선정의 가능성 그리고 경영수지에 관한 자료가 있어야 분석이 가능하다. 여기에서는 앞에서 시산한 자료에 의하여 투자의 잠재적 효과를 추정하여 보았다.

투자효과를 극대화함에 있어서 전략적 요인으로 구상할 수 있는 것은 직접적 효과와 연관효과를 동시에 고려해야 함은 물론이지만 투자에 의하여 유발될 순수익의 극대화 전략이 무엇보다 중요하다. 이를 위해서는 價値工學(Value Engineering)적인 분석이 요청되는 바 그 전략은 다음과 같이 구상할 수 있다.

		전 략 대 안			
		1	2	3	4
↑ VE <=	수익(R)	↑	↑	↑	→
	투자(I)	→	↑	↓	↓

대안 1은 투자는 일정수준이더라도 수익을 확대하는 전략이고, 대안 2는 투자를 증가시키면서 수익을 보다 증대시키는 전략이 있을 수 있으며, 대안 3은 투자는 최소화하면서 수익을 증대시키는 전략이고, 대안 4는 수익은 일정수준에서 유지시키면서 투자를 극소화시키는 전략이다.

이러한 전략 중 어느 전략을 선택할 것인가는 지역의 여건과 추진주체의 투자재원 확보능력에 따라 달라질 수 있다. 이러한 전략을 포장시험결과에 適用하여 정리하면 다음 표 68과 같다. 여기에서 투자수준을 좌우하는 요인으로는 토성과 지하수위를 얼마로 하느냐 하는 것이 될 것이고 수익수준은 작물의 선택과 작부방식이 될 것이다. 생산비용과 관련하여서는 포장규모, 작업능률제고를 위한 기계화정도, 투자규모를 좌우하게 될 것이다.

표 68에서 나타난 바와 같이 지하수위가 낮을수록 공시작물의 수량이 증가하는 현상을 보이고 있는 바 지하수위를 낮출수록 開發投資가 증가될 것으로 예상하면 어느 수준까지 지하수위를 낮추는 것이 투자효과면에서 유리할 것이며 지하수위에 따른 어떤 작목 선정이 가능할 것인가에 관한 분석이 있어야 할 것이다. 이러한 투자효과의 분석을 위하여서는 지하수위 수준별 투자비용이 조사되어야 할 것이다.

표 68 지하수위에 따른 작목수량*)

지하수위(cm)	25	35	50	70	100
	수량(kg/10a)				
그루밀	434	525	577	592	550
올보리	232	354	398	410	367
감 자	438	2,761	3,178	1,771	1,157

*) 본시험의 사양토에서의 결과임

앞에서 분석한 바와 같이 답전순환이 가능한 경지로 개발하여 재배가능한 작부체계별 收益性을 감안하여 농가수준에서 투자의 限界水準을 개략적으로 추정할 수 있다. 표 69에 제시된 바와 같이 토마토--배추 작형인 경우 10a당 753,999원 이하, 옥수수--배추 작형인 경우 10a당 54,204원 이하, 봄배추--들깨 작형인 경우 10a당 336,648원 이하, 개발투자는 所得補償이 가능할 것으로 시산

된다. 물론 투자에 대한 回收期限은 몇 년으로 할 것인가에 따라, 그리고 투자방법에 따라 그 효율은 달라질 수 있다.

표 69 作型別 畚田輪換農地開發 投資限界

작 형	투자 한계액 (원/10a)	투자 수익율(%)	
		50만/10a	100만/10a
토마토--배추	753,999	7.3	5.2
옥수수--배추	54,204	5.4	3.6
봄배추--들깨	336,648	6.8	4.7

3) 綜合的 妥當性 檢討

전통적으로 이용되어 온 논을 답전유회환상태로 변화 개발하는데 경제적 타당성만으로 실현될 수는 없는 것이다. 표 70에서 제시된 바와 같이 무엇보다도 본 연구에서 수행하고 있는 기술적 가능성에 관한 기초 시험연구를 비롯하여 영농주체인 농민의 입장, 그리고 시책적 차원에서 종합적으로 답전유회환의 타당성여부가 검토되어야 할 것이다. 지금과 같은 榮農忌避現狀이 심화되고 있는 상황에서 이 사업의 program을 어떻게 발전시키는 것이 바람직 할 것인가 하는 기본구상과 추진방향이 모색되어야 할 것이다.

표 70 답전유회환 사업의 종합적 검토요인

분 야	검 토 내 용
技術的 側面 經濟的 側面 社會的 側面 施策的 側面	기초 및 적용연구, 포장규모, 기계화, 입지조건 등 수익적 작형, 투자효과, 노동배분, 시장성 등 농민태도, 의사결정방법, 관행, 제도 등 살공급상황, 시장개방, 농지관리, 투자대책

무엇보다도 답전윤환을 위한 농지개발에 관한 기초 및 適用연구를 비롯하여 국내외의 답전윤환의 실천사례분석이 선행되어야 할 것이며, 어떤 지역적 입지에서 어떤 방법으로 이 사업을 추진하는 것이 농민의 입장에서나 국가적 입장에서 바람직하고 어떤 효과가 기대될 것인가에 관한 종합적 연구가 있어야 할 것이다.

그리고 쌀 수급의 일반적 불균형을 조정하는 수단으로 이를 추진할 것인가, 아니면 장기적인 생산구조의 조정차원에서 이를 추진할 것인가를 면밀히 검토해야 할 것이다.

21세기를 향한 농업의 능률산업화와 농가의 현대화를 위한 농업개혁의 차원에서 답전윤환사업에 관한 종합적 연구가 체계적으로 이루어지고 그 결과에 따라 시책방향과 추진방향이 정립되어야 할 것이다.

3.6.4 분석결과의 要約

이 연구에서 역점 연구내용은 답전윤환의 技術的可能性檢證을 위한 기초시험이었다. 이 과정에서 규명된 결과를 중심으로 경제적 분석을 시도하는 데에는 한계가 있었음을 지적하지 않을 수 없다. 다만 분석가능한 자료를 기초로 답전윤환의 경제적 타당성을 시산적으로 분석하였는 바 그 결과는 다음과 같다.

(1) 畚田輪換狀態의 농지에서 기술적으로 재배가능한 작형 중에서 (보리--콩) 작형을 제외하고는 쌀생산보다도 농가소득 증대에 기여할 것으로 분석되었다. 즉 답전윤환은 작물결합의 보완 및 보충효과가 클 것으로 예상되며 쌀 생산을 포기하고 餘他田作物을 재배하는 경우에도 소득증대의 잠재력이 클 것으로 보인다.

(2) 답전윤환농경지에로의 開發投資水準(토성개량, 지하수위조절 ... 등)에 따라 작물결합 및 작형의 선택이 달라질 뿐 아니라 收量性과 收益性에 차이가 나타나므로 답전윤환에 관한 실용적인 경제분석을 위하여 포장시험결과를 중심으로 農家適用研究로 확대해야 할 것이다. 다만 극히 제한적인 자료분석으로 답전윤환을 위한 단위 면적당 投資限度와 效果(IRR)를 시산하였다. 답전윤환이 가능하도록 농경지를 개발하는데는 많은 투자가 예상될 뿐만 아니라 그 투자의 收益性이 낮으므로 개별농민의 입장에서는 답전윤환사업추진은 어려우므로 정부차원의 투자가 요청된다.

(3) 답전유회의 施策立案을 위하여 이 사업의 기본구상 및 방향설정에 관련되는 요인을 제시하였는 바, 기술적 및 경제적 타당성 분석과 연구 뿐만 아니라 사회적 및 시책적 요인 분석도 동시에 연구검토되어야 함을 지적하지 않을 수 없다. 따라서 답전유회사업에 관한 종합적 타당성 검토의 기준제시와 시책추진을 위한 program 개발도 부수적으로 이루어져야 할 것이다.

(4) 앞으로 UR체제의 이행에 따른 농업자원의 전면적인 조정차원에서 답전유회사업은 장기적인 안목과 구상을 갖고 적극적으로 추진되어야 할 것으로 판단된다. 그리고 그 대상지역선정, 추진방법, 도입작목의 선정 등에 관한 종합적인 실행연구가 선행되어야 함을 지적하지 않을 수 없으며 이를 위한 범국가적으로 '畚.田 輪換 特別研究 委員會'를 구성, 운영할 필요가 있다.

3.7 논의 밭 轉換 가능 면적 추정을 위한 전제 조건 조사

논의 밭 轉換은 대규모 기계화 영농을 전제로 하여 이루어져야 하는데 대규모 영농지구 선정시에는 지구면적, 포장단위 및 형태, 경사도, 관배수여건, 토성, 사회경제적 여건 등이 고려되어야 한다.

① 대상지구 선정: 국립지리원 항공사진, 위성사진자료, 농어촌진흥공사 경지 정리 자료 등의 분석을 통하여 발전한 대규모 영농 가능 최소 면적을 기준으로 1차로 대상지구를 선정

② 건설부 홍수 수해 자료, 강우 분석, 위성사진분석, 지형분석 등을 통하여 장마기 및 집중호우시 浸水 기간, 지역배수성 등을 평가하여 지구 선정에 이를 반영하여야 한다.

③ 작물의 내습성, 浸水성 등 작물적 특성과 경제적 가치, 기후 특성, 토양 특성 등을 고려한 주산단지화 가능성을 검토하여 이를 지구 선정에 반영하여야 한다.

④ 상기의 조건들의 중첩, 종합 분석을 통하여 최종적인 대상 지구를 선정하되 대상지구 선정 개발에 따르는 제반 경제 사회적 문제점의 검토와 해결방안 모색이 동시에 이루어져야 한다.

⑤ 밭 轉換 가능 면적 추정 및 그 대상 지구의 선정을 효율적으로 수행하기 위하여는 농어촌진흥공사, 농수산부, 농촌진흥청, 건설부국립지리원 및 재해대책 관련부서, 국토개발연구원, 학계 등 유관 기관과 밀접한 협조 체제를 구축하여 수행하는 것이 바람직하며 시행 착오를 줄일 수 있을 것이다.

제 4장 綜合考察

농산물의 자유무역개방 압력에 대한 대응책과 농경지의 生産性提高를 위한 과제로서는 농산물의 국제적 및 국내적 수요를 감안하는 경우 논의 多變的 이용과 汎用化를 중요한 개발정책으로 取擇하게 된다. 모든 작물의 생육과 수량 그리고 생산물의 품질은 작물의 종류 및 품종과 재배 방법에 따라 크게 차이나는 것은 물론이지만 일반 포장에서 재배하는 경우는 자연환경조건 즉 재배장소의 토양과 기상 및 잡초를 포함한 生物的 조건이 至大한 영향을 주게 마련이기에 농업관리는 適地適作原則에 입각하여 이루어져야만 한다.

경지의 畝田輪換栽培法에서는 특히 토양의 土性과 地下水位 및 土壤水分의 환경변화문제가 작물재배의 관건이 되고 있다. 한편 이에 대응하는 각종 작물의 생육, 수량 및 품질은 작물의 종류 및 품종에 따라 다르므로 적절한 작물의 선발 및 재배법(토양개량법 포함)이 여러 각도에서 검토되어야 하며, 또 답전윤환 작부방식에서 발생하는 토양의 물리적 화학적 변화와 작물의 忌地현상의 문제 그리고 生産性提高를 위해서는 반드시 經營分析이 따라야 하는 등 많은 과제를 검토 분석함으로써 합리적이며 안전성이 높은 답전윤환작부방식을 확립할 수 있게 된다.

논의 汎用化 체계로의 轉換과 범용화 농경지의 生産性提高 및 安定化를 위해 필요한 기초 자료를 얻고자 지난 2년간 수행된 연구 결과를 종합하여 종합 고찰하면 다음과 같다.

1992년도에 실행되었던 지하수위 試驗槽내에서 토마토, 배추 및 무는 幼植物 시기에는 지하수위가 비교적 높은 구에서 그리고 생육이 진전됨에 따라 지하수위가 낮은 곳에서 성적이 좋았다. 또한 배추는 사양토에서 생육이 좋았으며, 무는 식양토에서 양호했다. 이와 같은 현상은 원래 배추는 보수력이 양호하고 층적토의 灌排水가 양호한 토층이 깊은 사질양토에서 잘되며, 배수가 불량한 땅에서는 뿌리썩음병의 발생이 많은 것으로 알려져 있으며, 무는 표토가 깊고 보수력이 있으면서 배수도 잘되는 곳에 알맞은 것으로 알려져 있으므로 논을 밭으로 轉換한 포장에 무나 배추를 재배하는 경우 지하수위를 조절(지하배수)하는 것이 토마토, 무 및 배추의 생육에 영향이 클 것으로 믿어진다.

콩, 보리 및 밀의 경우를 보면, 콩은 비교적 둔감하여 토양에 대한 선택성이 적으며 토양수분에 대해서도 콩은 뿌리가 비교적 깊이 분포되어 있는 관계로 旱發에도 강하고, 또 다습조건에도 비교적 강한 것으로 알려져 있다. 그러나 콩에 가장 알맞은 토양은 부식과 인산, 칼리, 석회 등이 풍부하고 배수도 나쁘지

얇은 사양토 내지 식양토이다. 보리는 토성으로 볼 때에는 유기질이 풍부한 양토 내지 식양토가 가장 알맞으나 건조한 지대는 습한 지대보다 다소 차진 토양이 알맞다. 그리고 보리의 생육과 수량에 가장 알맞는 토양수분 상태는 토양의 최대용수량의 60-75%이며 정상적인 생육에 필요한 토양수분의 폭은 40-80%인 것으로 보고 있다. 또한 옥수수는 부식이 많고 배수가 잘되는 비옥한 양토가 가장 알맞으나 토양 적응성이 강해서 사양토 내지 식양토에서도 훌륭하게 재배되며, 생육에 가장 알맞은 토양수분함량은 최대용수량의 60-70%이고, 토양통기에 비교적 민감하므로 과습 상태는 좋지 않다.

주요 高溫作物이나 低溫作物은 거의 모두가 입모율에 일정한 경향을 보이지 않았는데 다만 가지, 호박은 지하수위 20cm에서 유의하게 낮았다. 저온작물에서는 유채와 양배추는 20cm구에서, 밀은 60cm구에서 유의하게 낮았다. 草長 역시 이와 비슷하게 나타났는데 이와 같은 현상은 각종 종자의 발아특성으로서 발아시 종자의 水分吸收量(호박:58-85%, 옥수수: 44-50%, 기장:25-33%, 수수: 40%, 조:33%, 콩:107%, 밀:46-49%, 호밀:58-85%, 보리:48-68%, 귀리:60-76%, 평지:48-51% 등), 水中에서의 발아정도(수중에서는 전혀 발아하지 않는 것: 옥수수, 울무, 메밀, 무, 콩, 보리, 밀, 양배추, 호박, 가지 등, 수중에서 발아율이 떨어지는 것: 토마토, 담배 등, 수중에서도 발아하는 것: 상치, 당근 등), 또한 종자의 발아와 光과의 관계(호광성 종자:담배, 상치, 우엉, 암발아종자:호박, 두류, 화곡류 등) 등이 관여하고 있는 것을 쉽게 이해할 수 있다.

본 연구의 지하수위별 생육, 수량 반응 실험 2년, 3년 차를 종합하여 適正地下水위를 나타낸 것이 표 71이다. 지하수위에 따라 통계적으로 유의하게 수량이 높아지는 지하수위 이상을 적정지하수위로 파악하였으며 최적 지하수위는 25cm - 100cm 지하수위 중 수량이 최대로 되는 지하수위로 판단하였다.

適正地下水위는 옥수수, 수수, 배추, 무를 제외하면 사양토와 식양토 간에 차이가 없었으며 이들 작물의 적정 지하수위는 식양토에서 다소 높았다. 한편 최적 지하수위의 경우는 보리와 청예용옥수수 이외의 작물에서는 사양토와 식양토 간에 차이가 없었다. 보리의 최적 지하수위는 사양토가 50cm, 식양토가 70cm로 사양토가 높았으나 청예용옥수수의 경우는 사양토가 70cm, 식양토 50cm로 식양토에서 높았다.

작물별 적정 지하수위는 밀, 배추, 무, 토마토가 35~100cm로 적정 지하수위 폭이 가장 컸고 보리, 풋콩, 콩, 청예용옥수수, 청예용수수가 50 - 100cm였으며, 가을감자는 50~70cm로 그 범위가 가장 작았다.

한편 최적 지하수위는 밀, 청예용수수, 가을감자는 70cm, 청예용옥수수는 50~70cm, 보리는 70~100cm, 풋콩, 콩, 배추, 무, 토마토는 100cm였다. 이와 같은

결과들은 일본에서의 실험결과와 대체로 유사하나 작물에 따라서는 큰 차이를 보이는데 이는 일본과 우리나라의 기후와 토양적 조건은 물론이고 실험방법의 차이에서 기인되는 것으로 보인다.

표 71. 작물별 적정 지하 수위

작물명	적정 지하 수위					일본의 실험결과
	25cm	35cm	50cm	70cm	100cm	
밀						23cm 이하(15-100cm)
보리						66cm 이하(75-100cm)
콩(팥콩)						-
콩(황금콩)						31cm 이하(20-100cm)
옥수수(청예)						51cm 이하(50-100cm)
수수(청예)						-
감자(추작)						45cm 이하(45-100cm)
배추						36cm 이하(40-100cm)
무우						36cm 이하
토마토						36cm(25-50cm)
양배추						35-55cm 이하(20-55cm)

적정지하수위 : 사양토(——)
: 식양토(----)
최적지하수위 : 0

이상과 같은 결과들을 종합하여 볼 때 대상으로 한 전 작물에 공통적으로 適用될 최적지하수위는 70~100cm인 것으로 판단된다. 따라서 汎用化 농경지를 조성할 경우 지하수위는 적어도 50~70cm 이하가 되어야 하며, 이 지하수위의 기준은 습해가 우려되는 장마철의 지하수위를 기준으로 하여야 할 것이다. 그런데 이와 같은 기준으로 범용화 농경지를 조성하는 경우 봄과 가을의 한발기에는 작물의 투습이 우려되므로 범용화 농경지는 지하 관배수를 동시에 고려한 기반 조성이 이루어져야 할 것이다.

논을 밭으로 轉換한 포장에서 토양의 특성, 지하수위의 변화 및 작물의 생육을 조사한 바를 고찰해 보면 다음과 같다.

먼저 시험포장의 토성을 조사한 바에 의하면 사양토 포장(농생대)이나 식양토 포장(작물시험장) 모두 모래, 미사, 점토의 함량으로 볼 때 거의 비슷한 양토 내지 사질식양토에 속하였고 토양은 약한 酸性이며, 유기물 함량과 EC 및 CEC 함량도 낮아서 밭작물 재배에 모두 適地라고는 생각되지 않으며 다만 인산의 함량은 높은 것으로 나타났다. 한편 시험포장의 지하수위는 유의하게 식양토 포장이 높고, 사양토 포장은 낮았다.

우리 나라의 논토양의 유형별 비율을 보면 습답 및 염해답이 11.5%나 되고 32.3%의 사질논을 제외하고 배수가 불량한 논이며, 배수등급별 면적을 보면 배수가 양호한 논면적비율은 1.55%에 불과하고 약간 양호한 논은 36.5%로 실제로 배수시설을 갖추지 않고 논을 밭으로 轉換하는 것은 많은 무리가 따르리라 생각된다.

대체로 논밭 유회환에 있어서 작물의 수량 및 그 年次的 변이의 원인은 주로 토양의 변화 및 토양수분에 대응하는 것으로 생각된다. 논을 밭으로 유회환한 경우에는 여름철의 고온기를 無澆水로 보내므로 비교적 산화상태로 지나게 된다. 이것이 토양에 대하여 連作畚과는 현저하게 다른 영향을 미쳐서 토양의 이화학적 성질을 변화시킨다. 유회환의 밭에서 토양의 硬度는 前作의 경종 조작이라든가 작물의 종류 등에 따라 다르기는 하지만 대체로 작아지며, 토양의 凝集力도 약해지고 孔隙量이 커지며 粒團組織이 발달하는 데 이와 같은 경향은 밭기간이 길어질수록 증대한다. 따라서 밭 상태로 쓰는 기간이 길어질수록 밭작물의 재배에 적응하게 된다. 또한 토양의 화학적성질에 있어서는 대체로 부식은 밭기간이 연장됨에 따라서 감소하여 전질소의 증감은 재배되는 작물의 종류에 따라서 다르지만 대체로 감소하기 쉽다.

지하수위 및 토양수분의 年間變化를 측정한 바 주된 작물생육기간인 170일(5월 25일부터 11월 11일까지)동안 지하수위는 강우조건에 따라 좌우되어 상승 또는 하강되었으며 調査地 포장조건에 따라서 장기간 높은 지하수위가 유지되

는 것으로 논을 밭으로 轉換하는 경우에는 地下排水의 필요성이 강조되었으며, 포장의 토양수분은 강우조건과 포장주위의 湛水池(畚)의 有無 등에 영향을 크게 받았으며, 담수답이 가까이 있는 경우는 측정기간중 거의 일정한 토양수분상태를 유지하는 경향을 나타내어 畚田轉換의 경우 주변포장의 담수 조건이 고려되어야 할 것으로 생각된다.

논에서 밭작물을 재배하기 위해서는 건기에도 지하수위가 높은 지역은 지하수위를 낮추는 암거 배수가 되어야 하나 우기에 지하수위가 50cm 이하인 지역은 명거배수만으로도 충분하므로 汎用化 농경지 조성을 위해서는 전국적인 규모의 상세한 지하수위의 조사가 반드시 선행되어야 한다.

논을 밭으로 轉換한 사양토와 식양토의 두 종류의 포장에 밭작물인 보리, 옥수수, 콩, 공예작물인 울무와 들깨, 그리고 청예사료작물로 호밀, 수수-수단그래스, 진주조 및 피를 각각 재배하여 생육과 수량반응을 조사비교한 바 실질수량면에서 보면 거의 모든 작물이 사양토에서 식양토보다 수량이 많은 것으로 나타났다. 콩의 경우에는 사양토구와 식양토구에서 지표배수보다는 명거배수 즉 의도적인 排水調節이 수량을 확실히 높게 나타내고 있어 논을 밭으로 轉換한 포장에 밭작물을 재배하는 경우 식양토는 물론 사양토에서도 배수조건이 増産에 필수적인 요건임을 알수있다. 즉 前記한 포장의 지하수위 및 토양수분에서 보는 바와 같이 작물의 생육 및 수량차이는 지하수위와 토양수분 특히 지하수위에 의하여 나타난 것으로 考察된다. 본 시험에 공시된 작물은 대체로 토성이나 토양수분에 대한 적응성이 비교적 강하고 정상생육에 필요한 토양수분 폭도 비교적 넓은 작물이었다. 그렇지만 역시 畚田轉換시에는 토양수분, 특히 그를 좌우하는 지하수위의 문제가 대부분 작물의 수량을 높이는데 필수 요건임을 알수 있다. 논을 轉換한 식양토와 사양토의 밭에서 밭작물 적응성을 검토한 결과 공시한 대부분의 작물이 사양토에서 수량이 높았다. 이와 같은 결과만을 고려하면 배수성이 좋은 사양토를 우선적으로 汎用化 농경지로 조성하는 것이 전작물의 생산성과 시공비용면에서 유리할 것으로 판단된다. 그러나 본 연구는 단기간에 극히 제한적인 토성을 대상으로 한 것으로써 보다 다양한 토양과 입지 조건에서의 검토가 필요할 것으로 사료된다.

일반적으로 논을 밭으로 畹換한 포장에서 밭작물의 생산력이 보통밭에서보다 초년 畹부터 낮거나 또는 같은 작물이라고 알려져 있는 것은 콩, 옥수수, 밀, 보리 등이며, 그것이 초년부터 우수한 것은 피, 귀리 등이고 감자와 고구마는 떨어지는 작물이라고 한다.

담전畹換지에서의 잡초발생양상은 일반적으로 畹換前期에 있어서 제 1년 및 제 2년째 정도까지는 잡초가 적지만, 제 3년째부터는 다시 보통밭과 비슷하게

되며 초년경에는 水生雜草와 濕生雜草의 비율이 많아지는 것이 보통이다. 이를 조사한 결과는 토성 및 지하수위 뿐만 아니라 작물재배의 유무에 따라서도 크게 변화하였으며 밭잡초의 발생 草種을 다양화시켰다. 따라서 기존의 밭제초제를 이용할 경우 새로이 출현된 습지 생 草種 잡초에 대한 약효를 고려해야 한다. 그런데 밭으로의 이용기간이 길어짐에 따라 건생잡초가 많아진다. 즉 輪換畝期에 있어서도 마찬가지로 밭기간이 길어질수록 잡초의 발생 량이 적고 수생잡초의 비율도 낮지만 3년 정도로서 잡초의 발생이 연작답과 비슷하게 되는 것이 보통이며 잡초의 발생은 適作期間의 排水條件이라던가 관리조건에 따라 크게 달라진다.

논을 밭으로 轉換하는 경우 잡초의 발생량 뿐만 아니라 건지 잡초에서 濕地型 잡초에 이르기까지 잡초의 spectrum이 매우 다양해지는 것으로 파악되었으나 잡초군락의 천이 양상에 대해서는 보다 장기적인 연구가 이루어져야 할 것으로 판단되었으며, 잡초의 spectrum이 다양해짐으로써 기존의 논, 밭 제초제만을 가지고는 만족할 만한 잡초방제가 불가능한 것으로 판단되었다. 따라서 轉換 밭에서의 제초제 선택은 매우 시급히 이루어져야 할 과제이다.

작물에 따라서 내습 및 浸水성에 큰 차이가 있어 본 연구 결과에 의하면 참깨, 고추는 1일 이상, 무, 배추는 2일 이상 浸水가 되면 수량을 기대하기가 어려우며 비교적 내습성이 강한 콩의 경우는 過濕期間이 5일 이상, 지제부 浸水 기간이 2일 이상 되지 말아야 되는 것으로 판단되었다. 汎用化 농경지 선정시 배수설계에서 그 지역의 최대 강수와 작물의 내습, 浸水성도 충분히 고려하여야 할 것이다. 지금까지의 연구결과로 보면 장마철 강우가 많은 경우에도 침수기간은 1일 이상 되지 않도록, 지하수위 30cm 이상의 과습기간은 5일 이상 되지 않도록 배수 설계를 하는 것이 바람직한 것으로 생각한다. 그러나 지금까지의 전작물의 내습, 침수성에 대한 연구는 매우 미흡하므로 보다 많은 작물들을 대상으로 보다 구체적인 연구가 되어야 하며 이를 범용화 경지 조성시 고려하여야 할 것이다.

汎用化 농경지를 조성하는 경우 대형기계화 재배를 전제로 하여야 하는데, 이 경우 기계작업의 가능기간, 작업의 난이성, 작업의 정밀성 등은 토성과 토양 수분 조건에 의하여 좌우되므로 배수설계시 이를 충분히 고려하여야 한다. 그러나 본 연구에서는 시간적 제약으로 제반 기계작업 관련 요인 중 토양수분조건과 대형트랙터에 의한 쇠토정도에 국한하여 검토되었을 뿐으로 이 분야에 대한 연구가 광범위하게 이루어져야 할 것으로 사료된다.

위의 시험에서 규명된 결과를 중심으로 분석가능한 자료를 기초로 답전운환의 경제적 타당성을 概要적으로 분석한 結果, 畝田輪換狀態의 農地에서 기술적

으로 재배가능한 作型中에서 보리--콩 作型을 제외하고는 쌀생산보다 농가소득 증대에 더 寄與할 것으로 분석되었다. 즉 답전유회환은 작물결합의 補完 및 補充 효과가 클 것으로 예상되며, 쌀생산을 포기하고 餘他田作物을 재배하는 경우에도 소득증대의 잠재력이 클 것으로 보인다. 답전유회환농경지에서의 開發投資水準(土性改良, 지하수위조절 ... 등)에 따라 작물결합 및 작형의 선택이 달라질 뿐 아니라 收量性和 收益性에 차이가 나타나므로 답전유회환에 관한 실용적인 경제분석을 위하여 포장시험 결과를 중심으로 農家適用研究로 확대해야 할 것이다. 답전유회환의 施策立案에 유용한 연구가 되기 위하여 이 사업의 기본구상 및 방향 설정에 관련되는 요인을 제시하였는 바, 기술적 및 경제적 타당성분석과 연구뿐 아니라 사회적 및 시책적요인분석도 동시에 연구검토되어야 할 것이다. 따라서 이 연구사업을 통하여 답전유회환사업에 관한 종합적 타당성 검토의 基準提示와 施策推進을 위한 program 개발도 부수적으로 이루어져야 할 것이다.