



**Studies on Varietal Improvement of Excessive
Moisture Tolerance and Countermeasure of
Excessive Moisture Injury in Soybeans**

“

”

1998. 12. 29.

:

:

:

,

,

,

,

,

:

:

:

:

I.

II.

1.

가. 7-8
가

.
. .
. .

2.

가. (, , , , ,)
 ,

.
10 ha 16
`97 33% .
. , , , , ,

50% 1999 33% 2004
 ,
 가 가
 50 35
 7-8
 , 가
 가
 가
 가
 (,)
 35

III.

1 (1996)	o o	o () o o .
2 (1997)	o o	o 가 o
3 (1998)	o	o o

IV.

1.

1) 35 4 10
(2)

85%		, , , , , , , , , , , , (10)
75- 84%		, , , , , , , , , , , 2 , , , , , , , , (14)
65- 74%		, , , , , 1 , , (6)
65%		, , , , , 1 (5)

2)

가 •

.

3) 50cm 10cm 7.0g/2

5.2g/2 26%, 22% 가 ,

54%, 55% 10

가 가 .

4) 50cm 100% 10cm

, , , , , , , , , .

가 .

5) r=0.855**

가 .

6) 10 ,

, , , , , , , , , .

7) 10cm 가

, , , , , ,

8) 50cm 25cm , 10cm

9) (4-5)

10) T/R(/)

T/R

T/R

가

T/R

11)

+

12)

10cm, 25cm, 50cm

가

10cm

13)

, 1

가

,

1

가

$r=0.526^{**}$

가

14)

N, P, Ca, K, Mg

, Na 가

N, K

15) ()

4 5 7 ,
, T/R , ,
가 .

2.

가 6 7 1
(,)

o

가

,

o

가

o

o

o 1999

가

SUMMARY

Soybean is rich in protein and lipid in seed. Traditionally in Korea, soybean has been utilized in many ways such as soypaste, soybean curd, soybean sprout, soybean for cooking with rice, and vegetable soybean. Recently, it was reported that soybean played a great role on preventing chronic disease of human. However, soybean production was decreased to 100,000 ha, and the production was 160,000 MT. Self supplying ratio of soybean especially for traditional use was about 33%. Excessive water stress is one of the major limiting factors to soybean production. Especially, flooding on July and August has a remarkable effects on the decrease in soybean yield. The objectives of this study were to select soybean genotypes tolerant to excessive water stress, and to provide the basic data for the parental selection for hybridization. In addition, inorganic contents in soybean plant tissue and activity of some major enzymes involved in nitrogen metabolism were measured in response to the excessive water stress. The results of this research project were summarized as follows;

- Thirty five soybean recommended varieties were grown in a greenhouse, and were screened for tolerance to excessive water stress on the basis of the dry matter accumulation in response to flooding. The reductions of dry matter in response to the excessive water stress were great in Danyupkong, Hannamkong, and Myoungjoonamulkong. On the other hand, Mallikong, Jangsookong, Taekwangkong, Jinpumkong, Sobaeknamulkong, Pureunkong, and Muhankong were thought to be tolerant to excessive water stress. These ten selected soybean varieties were further used to know the biological mechanism for the tolerance to excessive water stress in soybean plants.

- Ten soybean varieties, which were selected on the basis of tolerance or sensitivity to excessive water stress, were grown in lysimeter filled with sandy loam or silt loam. Three different water table depths (10, 30, and 50 cm) were subject to treat to soybean plants. Genotypic variation was observed in the response of soybean yield to excessive water stress. Jinpungkong, Sobaeknamulkong, Myoungjoonamulkong, and Taekwangkong were fairly tolerant to excessive water stress on sandy loam, but Danyupkong, Mallikong, Jangsookong, Taekwangkong, and Pureunkong were on silt loam.

- Soybean plants were exposed to three different levels of water table depths (10, 25, and 50 cm). Taekwangkong was fairly tolerant to excessive water stress. However, Pureunkong and Hannamkong were not tolerant to excessive water stress.

- There is a significant genotypic variation in soybean yield to excessive water stress at different growth stage. Excessive water stress prior to flowering stage resulted in significant yield reduction in Hannamkong and Myoungjoonamulkong, whereas it did not occur in Taekwangkong and Muhankong.

- Lysimeter studies revealed that Taekwangkong showed tolerant to excessive water stress regardless of the water table depth. However, leaf area was reduced remarkably in Hannamkong. In addition to this, of five soybean varieties, Hannamkong, when flooded, showed the severe reduction in leaf chlorophyll content.

- When flooded, root growth of soybean plant was inhibited significantly due to the lack of oxygen in the soil as well as the increase in the anaerobic respiration on the root system. However, adventitious root system was

developed when soybean root was exposed to excessive water stress. Taekwangkong, Muhankong, and Sobaeknamulkong, which were thought to be tolerant to excessive water stress, produced the greater dry matter production in adventitious root system than Hannamkong and Myoungjoonamulkong.

- Excessive water stress at flowering stage caused the instantaneous reduction in sucrose and fructose contents. Compared to Taekwangkong, Hannamkong showed a significant reduction in sucrose content in response to excessive water stress, indicating that inhibition of sucrose translocation from leaf to seed might be limited in Hannamkong.

- Nitrogen is a limiting factor to soybean production. Two key enzymes, nitrate reductase and nitrogenase which were in charge of nitrogen metabolism were measured and these were affected by excessive water stress at different growth stages. Significant reduction in acetylene reduction activity was shown in soybean plants exposed to excessive water stress. For leaf nitrate reductase activity, there was no genotypic difference between Hannamkong and Taekwangkong when flooded at vegetative growth stage, but not at the reproductive growth stage.

- Accumulation of inorganic compounds except sodium was differed in soybean plants exposed to excessive water stress. This was more evident in the accumulation of Ca and Mg. Of specific interest was the reduced absorption of Ca and Mg in Hannamkong in response to excessive water stress.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	19
Chapter 2. Screening for the tolerant varieties among recommended soybeans to excessive water stress	22
Section 1. Introduction	22
Section 2. Materials and Methods	22
1. Varieties	22
2. Excessive water stress treatment	23
3. Adventitious root development	23
4. Growth characteristic measurement	23
Section 3. Results and Discussion	23
Chapter 3. Excessive water tolerance of recommended soybean varieties	31
Section 1. Effects of water table depth on soybean varieties in lysimeter	31
1. Introduction	31
2. Materials and Methods	31
3. Results and Discussion	32
a. Effects of water table depth	32
b. Variation of the leaf areas	33
c. Change of root nodules	34
d. Dry weight of top and root	36
e. Yields	36

Section 2. Response of soybean varieties to ridge height in paddy field	39
1. Introduction	39
2. Materials and Methods	40
3. Results and discussion	40
 Chapter 4. Root growth response to different water table level in recommended soybean varieties	48
Section 1. Introduction	48
Section 2. Materials and Methods	48
1. Varieties	48
2. Water table levels	48
3. Experimental methods	49
4. Methods of growth characteristic measurement	49
a. Timing	49
b. Root zone	49
c. Growth measurement	49
Section 3. Results and discussion	49
 Chapter 5. Soybean response to excessive water stress by irrigation ..	60
Section 1. Introduction	60
Section 2. Materials and methods	61
Section 3. Results and discussion	61
 Chapter 6. Investigation of the physiological and ecological characteristics of the excessive water tolerant varieties	69
Section 1. Introduction	69

Section 2. Materials and methods	69
1. Experiment	69
2. Experiment	70
Section 3. Results and discussion	72
Chapter 7. Effects of water table levels on the top and root growths	
at different growth stage of soybean	83
Section 1. Introduction	83
Section 2. Materials and methods	83
1. Varieties	83
2. Treatment	83
3. Excessive water stress treatment	84
Section 3. Results and discussion	84
1. Significance tests	84
2. Excessive water stress treatment at early growth stage	85
3. Excessive water stress treatment at late growth stage	90
Chapter 8. Carbohydrate distribution of the excessive water	
tolerant soybean varieties	102
Section 1. Introduction	102
Section 2. Materials and methods	102
1. Varieties	102
2. Water table level	102
3. Excessive water stress treatment	103
4. Measurement time	103
3. Measurement item	103
Section 3. Results and discussion	104

1. Leaf	104
2. Stem and petiole	106
3. Pod	109
4. Total sugar contents	110
5. Dry weights and yields	112
6. Protein and lipid contents	114
Chapter 9. Nitrogen metabolic enzyme activities	
to excessive water stress	115
Section 1. Introduction	115
Section 2. Materials and methods	115
Section 3. Results and discussion	116
Chapter 10. Inorganic nutrient content of excessive water tolerant	
soybean	123
Section 1. Introduction	123
Section 2. Materials and methods	124
Section 3. Results and discussion	124
1. Growth characteristics	124
2. Inorganic nutrient	127
References	130

1	.....	19
2	.....	22
1	.....	22
2	.....	22
1.	.....	22
2.	.....	23
3.	.....	23
4.	.....	23
3	.....	23
3	.....	31
1	.....	31
1.	.....	31
2.	.....	31
3.	.....	32
가.	.....	32
.	.....	33
.	.....	34
.	.....	36
.	.....	36
2	.....	39
1.	.....	39
2.	.....	40

3.	.....	40
4	.....	48
1	.....	48
2	.....	48
1.	.....	48
2.	.....	48
3.	.....	49
4.	.....	49
가.	.....	49
.	.....	49
.	.....	49
3	.....	49
5	.....	60
1	.....	60
2	.....	61
3	.....	61
6	,	69
1	.....	69
2	.....	69
1.	.....	69
2.	.....	70
3	.....	72
7	.....	83

1	.....	83
2	.....	83
1.	.....	83
2.	.....	83
3.	.....	84
3	.....	84
1.	.....	84
2.	.....	85
3.	.....	90
8	.....	102
1	.....	102
2	.....	102
1.	.....	102
2.	.....	102
3.	.....	103
4.	.....	103
5.	.....	103
3	.....	104
1.	.....	104
2.	+	106
3.	.....	109
4.	.....	110
5.	.....	112
6.	.....	114
9	.....	115

1	.....	115
2	.....	115
3	.....	116
10	.....	123
1	.....	123
2	.....	124
3	.....	124
1.	.....	124
2.	.....	127
	.....	130

1

가

6 , 7 6
184mm, 7 315mm, 8 539mm 7 8

() 가

가

. 1970

가

15 20 , 30 35 3 5

가 . 1988 ()

5

, ,
7

가

가

7 8

가

가 25cm

7 8 7

8

가

가

7 8

•

50

35

가

가

가

가

가

(氣相率)

40 50cm

20 25%

1

1 (1996)	o o	o () o o
2 (1997)	o o	o 가 o
3 (1998)	o	o o

2

4 23 26cm, 15cm, 1 1
4 6 1 10 .

3.

2 2 (6 1) 1

4.

, , , 5 27 , 6 5 , 10 ,
20 , 7 1 .

3

4 (6 1) 10 (6
10) 53.6 105.3% 10 (6 20) 50.
5 101.4% (2-1, 2-2).

2-1.

()

	(6 10)	10 (6 20)
	%	
	60.2 102.9	63.8 136.2
	62.8 119.5	55.2 118.1
	53.6 105.3	50.5 101.4
	60.6 100.2	53.8 98.2
	61.6 110.4	55.5 85.0

2- 2.

		(6 20)			6 10	6 20	
		g/		%			
1		30.5	15.4	50.5	60.7	54.9	57.8
2		27.4	21.5	78.5	83.4	80.1	81.7
3		22.7	20.0	88.1	82.9	99.5	85.8
4		27.5	21.3	77.5	79.2	78.5	78.8
5		27.4	20.4	74.5	70.2	81.1	75.6
6		24.5	20.5	83.7	81.1	90.6	85.8
7		17.8	16.1	90.4	77.0	92.6	84.8
8		25.6	22.3	87.1	74.7	91.3	83.0
9		16.7	11.6	69.5	78.9	81.6	80.2
10		26.1	18.8	72.0	84.8	76.8	80.8
11		28.8	19.0	65.7	71.5	67.9	69.7
12		33.5	21.0	62.7	79.3	66.7	73.0
13		31.3	25.6	81.8	91.1	82.8	86.9
14		35.3	26.5	75.1	100.2	74.6	87.4
15		26.0	25.1	96.5	85.9	95.3	90.6
16		26.7	16.0	59.9	88.9	90.8	89.8
17		28.9	21.0	72.7	65.1	73.0	69.0
18		21.8	18.1	83.0	81.3	76.6	78.9
19	2	21.9	18.3	83.6	74.4	81.4	77.9
20		25.2	18.5	73.4	88.1	76.7	82.4
21	1	36.7	25.3	68.9	82.2	64.0	73.1
22		24.1	17.3	71.8	56.0	72.6	64.3
23		23.3	15.2	65.2	90.9	62.3	76.6
24		20.6	18.4	89.3	80.0	88.5	84.2
25		19.5	18.2	93.3	88.0	88.8	88.4
26		29.6	21.3	72.0	92.4	65.6	79.0
27		20.6	12.8	62.1	74.9	64.8	69.8
28		19.5	15.6	80.0	91.9	75.6	83.7
29		25.4	23.3	91.7	96.8	89.5	93.1
30		29.1	18.0	61.9	68.0	56.9	62.4
31		32.9	21.8	66.3	80.6	62.6	71.6
32		29.4	17.1	58.2	72.4	53.8	63.1
33		22.3	17.3	77.6	97.1	83.4	90.2
34		21.3	21.6	101.4	96.6	98.2	97.4
35	2	29.1	17.5	60.1	65.9	59.4	62.6

) : / × 100

2-3

6 10 6 20

10 , 14 , 6 , 5

(2-4).

2-3.

85%		, , , , , , (10)
75 84		, , , , , , , , 2 , , , , , (14)
65 74		, , , 1 , , (6)
65%		, , , , 1

2- 4.

	6.10	6.20	6.10	6.20	6.10	6.20	6.10	6.20
	%							
	84.3	82.3	119.5	93.5	85.9	95.4	64.9	65.6
	82.5	91.8	103.7	84.2	91.1	82.9	83.4	80.3
	77.9	83.4	97.7	84.2	88.9	90.8	84.8	79.8
	84.5	75.0	111.4	86.8	96.8	89.6	78.3	75.9
	73.1	72.0	105.7	90.4	96.6	98.2	80.9	71.4
	83.6	81.9	97.6	85.6	84.8	76.8	86.5	71.2
	71.5	89.8	73.9	87.0	80.0	88.5	68.8	70.3
	81.7	83.1	75.3	62.7	60.7	54.9	74.2	75.6
	60.2	78.5	73.6	55.2	68.0	56.9	74.8	74.9
	70.8	78.9	66.3	42.7	72.4	53.8	90.5	85.0

10 , , ,
 가
 가 1
 가 가
 .
 2- 1 10 1
 가 가 가
 r = 0.619 가 0.63g
 가 (16), (34), (17),
 (8), (24), (15), (10), (13), (29), (5),
 (31), (14), (12) 2- 3
 . 가 가
 . 2- 1 1 가
 1 가

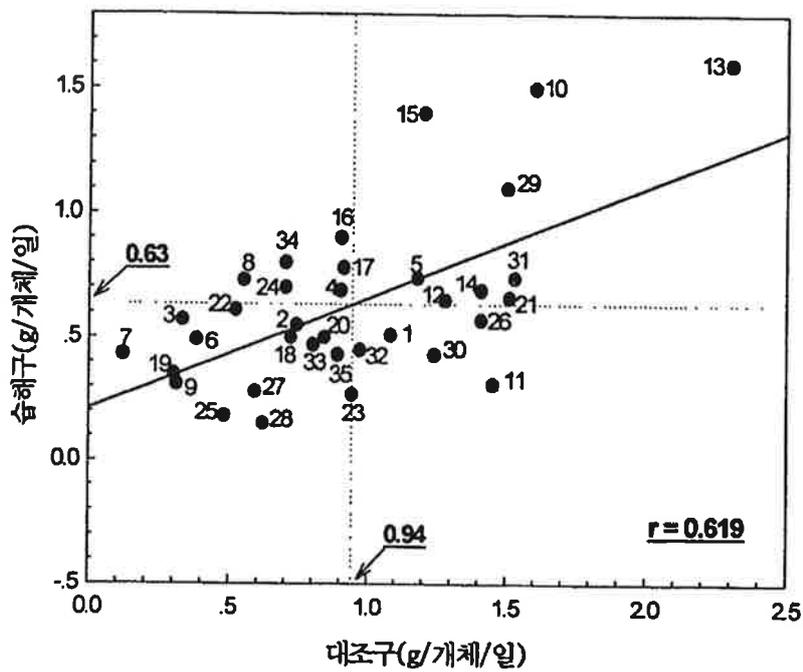


그림 2-1. 습해처리종료(6월10일)후 10일간(6월20일)의 건물증가속도의 품종간 차이
 주)숫자는 표2-2의 품종번호와 동일

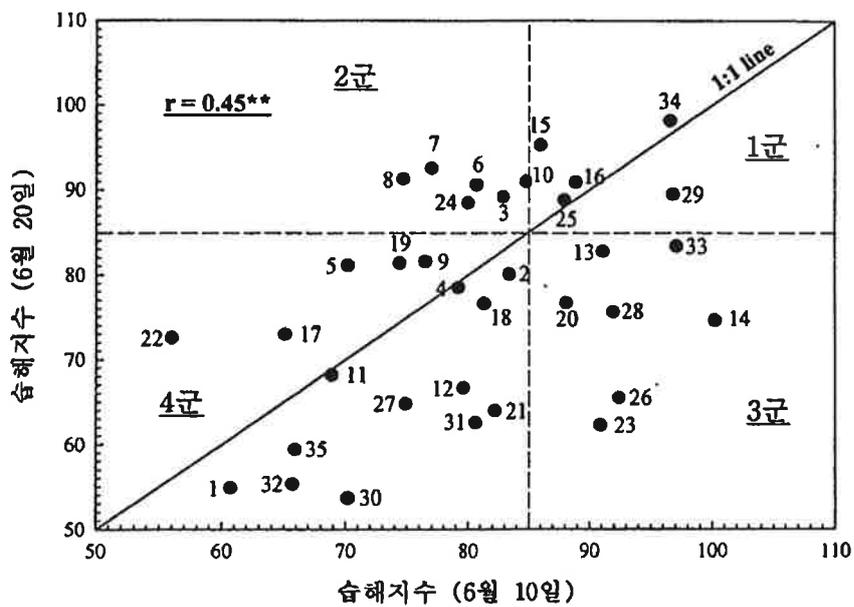


그림2-2. 6월10일 습해지수와 6월20일 습해지수와의 관계

주)숫자는 표2-2의 품종번호와 동일

10일간의 습해처리 종료기의 습해지수로부터 10일후의 습해지수는 대체로 증가하고 그림2-2에서 보는 바와 같이 품종간 차이가 뚜렷하다. 6월10일과 6월20일의 습해지수는 고도의 유의적인 정의 상관관계가 있었다 ($r=0.45^{**}$). 습해지수의 평균치선상에 나타나는 품종을 4개군으로 분류하여 보면 1군에 해당되는 품종은 6월10일 습해지수도 높으면서 회복력이 높은

내습성이 강한 품종으로서 소백나물콩, 진품콩, 만리콩, 태광콩, 무한콩, 화엄꽃콩, 2군에 해당하는 품종은 6월10일 습해지수는 낮으나 회복력이 높은 보광콩, 새알콩, 단경콩, 푸른콩, 황금콩으로서 내습성 증강-강에 속하여 표2-3과 일치하였다.

콩은 근균형성이 주근을 중심으로 이루어지나 주근 이외의 부위로부터도 근균이 발달한다. 배축은 종자의 발아형태나 재배법에 따라 토양 중에 매몰된 부분에서 다수의 뿌리를 발생한다. 특히 배토재배를 할 때나 7~8월 장마기간에 배수불량토양의 과습조건에서는 통기조직이 양호한 표토부분에 2차적으로 부정근이 발생하여 습해로 인한 주근의 피해를 보상하는 역할, 즉 늦게 발생하는 부정근에 의해 양분과 수분을 흡수하기 때문에 습해를 받은 콩에는 더욱 부정근의 필요성이 요구된다고 생각되어 35품종에 대하여 부정근 발생수를 조사하여 본 결과 표2-5, 표2-6과 같았다.

표2-5. 품종간 부정근수의 차이(분산분석표)

요 인	DF	MS	F value	Pr > F
반 복	1	0.0143	0.01	0.9239
품 종	34	33.5588	21.74	0.0001

부정근수의 품종간 차이는 통계분석결과 유의하였으며 표2-6에서 보면 황금콩, 백운콩, 삼남콩은 부정근이 전혀 발생하지 않는 특성을 발견할 수 있었으며 습해에 비교적 강한 무한콩, 진품콩, 태광콩, 새알콩, 푸른콩, 단원콩, 만리콩, 익산나물콩, 소백나물콩은 개체당 15.5~9.0개의 많은 부정근이 발생하여 내습성이 강한 품종으로서 특성을 인정할 수가 있었다. 따라서 습해지수가 높은 품종들이 갖는 중요한 특성의 하나가 부정근 발생 능력이 있다는 것을 들 수 있으며 주근이 습해를 받았을 때 콩의 배축 또는 자엽절과 초엽절간의 줄기에서 부정근을 발생시켜 양분과 수분을 흡수하는 생리적 특성은 내습성품종선발의 하나의 지표가 될 수 있다.

표2-6. 품종별 부정근수의 품종간 차이

품종 번호	품종명	부정근수	내습성 정도	품종 번호	품종명	부정근수	내습성 정도
1	단엽콩	8.5 efgh	약	19	신팔달콩2호	4.5 jkl	중강
2	장엽콩	4.5 jkl	중강	20	부광콩	7.0 ghij	"
3	황금콩	0.0 n	"	21	검정콩1호	2.0 mn	중약
4	밀양콩	2.5 mn	"	22	단백콩	5.5 ijk	약
5	백운콩	0.0 n	"	23	광안콩	7.5 ghi	중강
6	새알콩	11.0 cde	강	24	푸른콩	12.0 bcd	"
7	보광콩	8.5 efgh	중강	25	화엄꽃콩	2.0 mn	강
8	단경콩	9.5 defg	"	26	두유콩	9.0 efgh	중강
9	은하콩	2.0 mn	"	27	신팔달콩	4.0 klm	중약
10	무한콩	15.5 a	강	28	석량꽃콩	1.5 mn	"
11	남해콩	4.5 jkl	약	29	진품콩	14.5 ab	강
12	장경콩	6.5 hijk	중약	30	한남콩	7.5 ghi	약
13	장수콩	5.5 ijk	강	31	금강콩	6.5 hijk	중약
14	단원콩	9.5 defg	"	32	명주나물콩	4.0 klm	약
15	만리콩	10.5 cdef	"	33	익산나물콩	9.5 defg	강
16	태광콩	12.5 bc	"	34	소백나물콩	9.0 efgh	강
17	삼남콩	0.0 n	중약	35	진품콩1호	8.0 fgghi	약
18	큰울콩	2.5 mn	중강				

DMRT : 2.525

제3장 콩우량 품종에 대한 습해저항성 연구

제1절 대형풋트를 이용한 지하수위 조절시험

1. 서설

최근 논외 범용화 차원에서 콩의 답전윤환 재배는 논외 지력 유지와 생산력 향상 차원에서 의의가 크다. 그러나 논외 대체적으로 지하 수위가 높고 장마철에는 침수의 피해가 우려되어 발작물인 콩을 재배할 경우 습해를 야기시켜, 콩의 안정적 생산에 큰 제한요인으로 작용한다. 이와같은 습해 정도는 지하수위 변화뿐만 아니라 토양의 물리화학적 특성에도 크게 영향을 받게되어 이에 대한 연구는 시급한 실정이다. 한편, 논외에서 콩을 재배시 품종에 따른 생육 및 수량 반응의 차이가 인정되어 내습성 콩 품종 선발은 중요하다 하겠다. 그러나 현재까지 우리 나라에서 콩의 주된 습해 연구는 콩 생육의 특정시기에 습해 처리를 통한 연구가 주를 이루어왔고 생육 전반에 걸친 습해 연구는 미흡한 실정이다. 본 연구에서는 토양 조건과 지하수위를 달리하여 10개 품종을 공시하고 콩 생육 전반에 걸친 지하수위 처리(10cm, 30cm, 50cm)에 의해 습해를 유발하여 콩 품종간 생육 및 수량 반응을 살펴보기 위하여 실시하였다.

2. 재료 및 방법

본 시험은 서울대학교 농업생명과학대학 부속실험농장에 설치되어 있는 가로 및 세로가 2 x 2m이고 높이가 2m 크기인 대형 콘크리트 풋트를 이용하였는데 이들 풋트는 下部에 配管施設을 設置하여 급수 및 배수가 잘 되도록 하였고 사양토 및 식양토를 채웠다. 水位調節은 물탱크로부터 급수관을 통하여 공급되었다. 水位는 물을 저면에서 공급하여 지표로부터 10cm, 30cm, 50cm가 되도록 하는 3 수준으로 하였다. 獎勵品種에서 耐濕

성이 강한 것으로 조사된 7개品種과 내습성이 약하다고 판정된 3개品種을 공시하여 실험재료로 사용하였으며 V1生育期이후에 生育전반에 걸쳐 처리별로 일정한 수위를 維持하도록 물관리를 하였다.

시비량은 N-P-K 成分을 4-7-6kg/10a로 하였으며, 播種間隔은 60cm x 20cm 1株 1本植으로 하여 6월 25일에 파종하였고 파종후 근류균 (*Rhizobium japonicum*)을 접종하였다. 그외 관리는 標準栽培法에 준하였고 R1-R2生育期에 葉面積, 稈長, 葉綠素含量, 乾物重, 根瘤의 着生 등을 조사하였고 성숙기에 收量을 조사하였다. 엽록소함량의 측정은 엽록소측정기(SPAD 501, Minolta Co. Japan)를 이용하여 측정한 후 환산식(0.0533X-0.133 R²=0.993)으로 엽생체중당 엽록소함량(mg/g F.W.)으로 나타내었다. 지하부 생육량은 내직경 10cm, 길이 15cm의 철제 원통으로 채취하여 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 지하수위에 따른 변화

10개의 공시품종을 지하수위 3수준으로 처리하였고 토성을 2 종류로 처리하여 각 공시품종의 개화기에 엽록소 함량을 조사한 결과는 표 3-1-1과 같다. 사양토에서 생육한 것들이 식양토에서 생육한 것보다 엽록소함량이 대체로 높았으며 지하수위 50cm 처리를 100%로 하여 지하수위 10cm 처리와의 비를 비교하면 사양토에서는 단엽콩, 명주나물콩, 장수콩, 태광콩, 진품콩, 소백콩, 푸른콩 등이 엽록소함량비가 높았고, 식양토에서는 단엽콩, 만리콩, 장수콩, 태광콩, 진품콩 푸른콩 등이 높은 것으로 나타났다. 사양토와 식양토에서 단엽콩, 장수콩, 태광콩, 진품콩, 푸른콩의 엽록소함량비가 높은 것으로 나타났다.

다습조건인 지하수위 10cm 처리에서 엽록소함량이 많고 적정지하수위에 가까운 50cm지하수위 처리와의 차이도 적은 품종은 사양토에서는 단엽콩, 푸른콩 등이었고 식양토에서는 단엽콩, 푸른콩, 장수콩, 진품콩 등이었

다.

표 3-1-1. 지하수위 및 토성에 따른 R1-R2 생육시기의 엽중 엽록소 함량(mg/g).

토성	품종	지하수위		
		10cm	30cm	50cm
사양토	단엽콩	2.052(93.67) ^{ns}	2.142(97.81) ^{ns}	2.190(100)
	한남콩	1.609(85.31) [*]	1.689(89.55) ^{ns}	1.887(100)
	명주나물콩	1.781(99.7) ^{ns}	1.775(99.4) ^{ns}	1.785(100)
	만리콩	1.551(78.02) [*]	1.945(97.41) ^{ns}	1.988(100)
	장수콩	1.743(82.79) [*]	1.945(92.41) ^{ns}	2.105(100)
	태광콩	1.668(94.28) ^{ns}	1.684(95.18) ^{ns}	1.769(100)
	진품콩	1.871(93.35) ^{ns}	1.828(91.22) ^{ns}	2.004(100)
	소백나물콩	1.732(95.87) ^{ns}	1.801(99.71) ^{ns}	1.807(100)
	푸른콩	1.993(94.68) ^{ns}	2.094(99.49) ^{ns}	2.107(100)
	황금콩	1.551(75.6) [*]	2.020(98.4) ^{ns}	2.052(100)
식양토	단엽콩	1.978(92.29) ^{ns}	2.100(98.01) ^{ns}	2.143(100)
	한남콩	1.621(80.85) [*]	1.956(97.61) ^{ns}	2.004(100)
	명주나물콩	1.701(89.11) [*]	1.770(92.74) ^{ns}	1.908(100)
	만리콩	1.844(93.77) [*]	1.855(94.31) ^{ns}	1.967(100)
	장수콩	1.94(96.55) ^{ns}	1.962(97.61) ^{ns}	2.009(100)
	태광콩	1.642(92.49) ^{ns}	1.669(93.99) ^{ns}	1.775(100)
	진품콩	1.983(94.66) ^{ns}	2.009(95.93) ^{ns}	2.095(100)
	소백나물콩	1.738(88.35) [*]	1.850(94.4) ^{ns}	1.967(100)
	푸른콩	1.972(91.13) ^{ns}	2.138(98.77) ^{ns}	2.164(100)
	황금콩	1.663(79.2) [*]	1.946(92.6) ^{ns}	2.100(100)

* : 0.05 LSD, () : % to the highest chlorophyll content in each variety

나. 엽면적의 품종간 변화

지하수위와 토성을 달리하여 개화기에 조사한 콩의 엽면적 변화는 표 3-1-2와 같다. 엽면적은 일반적으로 사양토에서 식양토보다 크며 사양토 50cm처리구를 100%로 하고 비교한 사양토 10cm처리구에서는 진품콩, 소백나물콩, 푸른콩의 엽면적비가 높은것으로 나타났으며, 식양토 50cm처리

구를 100%로 하고 비교한 식양토 10cm처리구에서는 단엽콩, 황금콩, 명주나물콩, 만리콩, 장수콩, 태광콩, 진품콩의 엽면적비가 높은 것으로 나타났다. 진품콩은 사양토와 식양토에서 엽면적비가 모두 높은 것으로 나타났다.

표 3-1-2. 지하수위 및 토성에 따른 엽종 R1-R2 생육시기의 엽면적(cm²).

토성	품종	지하수위		
		10cm	30cm	50cm
사양토	단엽콩	1215.2(32.94)**	2695.1(73.18)*	3682.9(100)
	한남콩	1183.9(28.13)**	1989.2(47.26)**	4208.8(100)
	명주나물콩	811.2(29.95)**	2021.9(74.65)*	2708.7(100)
	만리콩	485.5(9.5)**	1872.9(36.63)**	5113.5(100)
	장수콩	891.7(22.85)**	1529.2(39.13)**	3908.4(100)
	태광콩	909.1(17.83)**	3482.2(68.31)**	5097.7(100)
	진품콩	1010.1(40.07)**	2234.4(88.64) ^{ns}	2520.6(100)
	소백나물콩	514.9(34.47)**	1423.6(95.29) ^{ns}	1494.0(100)
	푸른콩	426.2(35.16)**	915.2(75.51)*	1212.2(100)
	황금콩	472.2(12.2)**	2030.0(52.7)**	3856.0(100)
식양토	단엽콩	1103.2(43.05)**	1282.5(56.65)**	2562.6(100)
	한남콩	1281.1(42.34)**	2601.9(85.99) ^{ns}	3025.9(100)
	명주나물콩	909.7(43.77)**	1878.9(90.41) ^{ns}	2078.2(100)
	만리콩	2209.9(76.95)*	2616.9(91.12) ^{ns}	2871.9(100)
	장수콩	1575.2(61.12)**	1508.3(58.52)**	2577.3(100)
	태광콩	1999.7(45.32)**	3035.1(68.79)**	4412.0(100)
	진품콩	1389.5(42.62)**	1923.5(59)**	3260.7(100)
	소백나물콩	401.6(24.54)**	1122.5(68.59)**	1636.7(100)
	푸른콩	681.9(27.37)**	1697.8(68.15)**	2491.3(100)
	황금콩	620.4(21.2)**	1401.0(47.9)**	2926.0(100)

* : 0.05 LSD , ** : 0.01 LSD , () : % to the highest leaf area in each variety

다. 지하수위 처리에 따른 근류착생의 변화

지하수위와 토성을 달리하여 개화기에 조사한 근류의 형성 변화는 표

3-1-3과 같다. 근류의 수와 무게는 식양토에서 사양토보다 높았다. 지하수위 50cm시험구를 100%로 하여 지하수위 10cm시험구를 비교한 근류수는 사양토에서는 만리콩과 장수콩이 많았고 근류의 무게는 단엽콩과 소백나물콩이 높게 나타났다. 식양토인 경우에는 만리콩과 장수콩, 단엽콩이 근류의 수가 많았으며 근류의 무게는 단엽콩, 한남콩, 만리콩, 푸른콩, 황금콩이 높게 나타났다.

표 3-1-3. 지하수위 및 토성에 따른 R1-R2 생육시기의 뿌리혹 형성정도.

토성	품종	지하수위					
		10cm		30cm		50cm	
		개체당 뿌리혹수	개체당뿌리혹건물중 (g)	개체당 뿌리혹수	개체당뿌리혹건물중 (g)	개체당 뿌리혹수	개체당뿌리혹건물중 (g)
사양토	단엽콩	71(54.34)*	0.445(70.06) ^{ns}	77(57.95)*	0.525(82.66) ^{ns}	130(100)	0.635(100)
	한남콩	64(56.47)*	0.264(46.11)*	79(65.65)*	0.505(99.56) ^{ns}	113(100)	0.567(100)
	명주나물콩	39(43.32)*	0.179(36.23)*	66(62.4)*	0.365(73.56) ^{ns}	90(100)	0.496(100)
	만리콩	68(73.65) ^{ns}	0.433(45.74)*	87(76.67) ^{ns}	0.653(94.29) ^{ns}	92(100)	0.692(100)
	장수콩	84(70) ^{ns}	0.217(27.74)*	100(72.94) ^{ns}	0.504(64.42)*	120(100)	0.782(100)
	태광콩	61(45.41)*	0.522(43.09)*	105(71.14) ^{ns}	0.615(50.72)*	134(100)	1.212(100)
	진품콩	46(50.18)*	0.338(50.18)*	63(68.15)*	0.596(89.72) ^{ns}	92(100)	0.665(100)
	소백나물콩	57(58.76)*	0.467(97.8) ^{ns}	58(61.21)*	0.307(64.43)*	97(100)	0.476(100)
	푸른콩	67(48.91)*	0.228(38.82)*	69(58.35)*	0.417(71.08) ^{ns}	137(100)	0.586(100)
황금콩	46(41.3)*	0.377(44)*	81(69.9) ^{ns}	0.676(79) ^{ns}	111(100)	0.856(100)	
식양토	단엽콩	138(89.61) ^{ns}	0.506(70.13) ^{ns}	149(97.08) ^{ns}	0.656(90.92) ^{ns}	154(100)	0.722(100)
	한남콩	94(68.48)*	0.531(70.86) ^{ns}	125(90.58) ^{ns}	0.629(88.72) ^{ns}	138(100)	0.709(100)
	명주나물콩	73(66.36)*	0.407(59.82)*	80(72.72) ^{ns}	0.552(81.14) ^{ns}	110(100)	0.68(100)
	만리콩	127(92.7) ^{ns}	0.686(70.46) ^{ns}	135(98.91) ^{ns}	0.744(76.41) ^{ns}	137(100)	0.973(100)
	장수콩	141(87.04) ^{ns}	0.802(50.72)*	142(87.65) ^{ns}	0.939(59.38)*	162(100)	1.581(100)
	태광콩	90(69.23) ^{ns}	0.724(62.28) ^{ns}	116(89.23) ^{ns}	0.861(74.06) ^{ns}	130(100)	1.163(100)
	진품콩	78(70.27) ^{ns}	0.587(55.78)*	104(93.96) ^{ns}	0.864(82.17) ^{ns}	111(100)	1.052(100)
	소백나물콩	71(35.5)*	0.278(27.91)	158(79) ^{ns}	0.804(80.72) ^{ns}	200(100)	0.996(100)
	푸른콩	91(60.2)*	0.616(78.64) ^{ns}	130(85.53) ^{ns}	0.723(91.61) ^{ns}	152(100)	0.789(100)
황금콩	78(45.3)*	0.48(72.3) ^{ns}	126(73.5) ^{ns}	0.614(92.5) ^{ns}	172(100)	0.608(100)	

* : 0.05 LSD , () : % to the highest dry weight & number of nodule in each variety

라. 지상부 지하부의 건물중

지하수위와 토성을 달리하여 개화기에 조사한 콩의 지상부와 지하부의 건물중 변화는 표 3-1-4와 같다. 지상부와 지하부의 건물중은 지하수위 10cm구에서는 식양토에서 사양토보다 많았으며 30cm, 50cm구에서는 사양토에서 식양토보다 많은 경향이였다. 지하수위 50cm 처리구를 100%로 하여 지하수위 10cm 처리구를 비교한 건물중의 비는 사양토에서는 만리콩과 장수콩이 많았고 근류의 무게는 단엽콩과 소백콩이 높았다. 식양토에서는 지상부 건물중의 비는 한남콩과 태광콩, 진품콩이 높았으며 지하부는 태광콩과 진품콩, 명주나물콩이 높았다. 식양토에서는 단엽콩, 만리콩, 진품콩, 소백나물콩의 지상부 건물중비가 높았으며 지하부는 명주나물콩, 장수콩, 진품콩, 푸른콩의 비가 높은 것으로 나타났다. 사양토와 식양토에서 진품콩은 지상부와 지하부의 건물중비가 높은 경향을 보이고 있다.

마. 수량

10개의 공시품종을 지하수위를 3수준으로 토성을 2수준으로 처리하여 각 공시품종의 수량을 조사한 결과는 표 3-1-5와 같다. 식양토에서 생육한 것들이 사양토에서 생육한 것보다 수량이 지하수위 10cm구에서는 높았으나 30cm, 50cm구에서는 적었다. 지하수위 50cm를 100%로 하여 지하수위 10cm의 비를 비교하면 사양토에서는 진품콩, 소백나물콩, 명주나물콩, 태광콩의 수량비가 높았고, 식양토에서는 단엽콩, 만리콩, 장수콩, 태광콩, 푸른콩이 높은 것으로 나타났다. 따라서 사양토와 식양토에서 태광콩의 수량비가 모두 높은 것으로 나타났다.

표 3-1-4. 지하수위 및 토성에 따른 R1-R2 생육시기의 지상부 및 지하부 건물중 (g/개체).

토성	품종	지하수위					
		10cm		30cm		50cm	
		지상부	지하부	지상부	지하부	지상부	지하부
사양토	단엽콩	3.37(28.32)**	0.85(35.68)**	7.49(62.93)**	1.85(77.41) ^{ns}	11.9(100)	2.39(100)
	한남콩	3.22(41.99)**	0.59(33.96)**	6.67(88.23) ^{ns}	1.36(78.37)*	7.67(100)	1.74(100)
	명주나물콩	2.15(21.3)**	0.59(45.41)**	7.59(74.38)*	1.16(89.01) ^{ns}	10.9(100)	1.3(100)
	만리콩	2.67(25.41)**	0.86(32.95)**	5.83(56.88)**	1.7(65.03)**	10.26(100)	2.61(100)
	장수콩	2.04(15.85)**	1.04(32.16)**	8.74(67.89)*	1.94(59.53)**	12.85(100)	3.29(100)
	태광콩	4.93(32.21)**	1.5(52.37)**	9.58(62.56)**	1.83(63.89)**	15.32(100)	2.87(100)
	진품콩	4.05(41.5)**	0.97(57.2)**	7.89(80.76) ^{ns}	1.31(77.77)*	9.78(100)	1.69(100)
	소백나물콩	3.16(25.77)**	0.79(36.39)**	3.98(32.5)**	1.36(62.63)**	12.25(100)	2.18(100)
	푸른콩	2.95(25.93)**	0.94(43.4)**	6.03(52.94)**	1.49(68.87)**	11.39(100)	2.17(100)
	황금콩	3.19(17.9)**	0.99(42.2)**	5.52(30.9)**	1.4(59.4)**	17.87(100)	2.38(100)
식양토	단엽콩	4.22(60.58)	0.93(50.45)**	5.44(78.81) ^{ns}	1.16(63.11)**	6.96(100)	1.84(100)
	한남콩	4.72(38.86)**	1.02(49.13)**	6.87(56.58)**	1.32(63.77)**	12.14(100)	2.07(100)
	명주나물콩	3.84(48.8)**	0.92(62.88)**	5.29(67.38)**	1.06(72.45)*	7.86(100)	1.46(100)
	만리콩	6.26(52.86)**	1.23(56.06)**	9.44(79.75) ^{ns}	1.59(72.27)*	11.84(100)	2.2(100)
	장수콩	7.58(71.81)*	1.56(71.63)*	8.27(78.31)*	1.69(77.76)*	10.55(100)	2.17(100)
	태광콩	5.87(34.5)**	1.35(49.23)**	10.64(62.49)**	1.94(71.1)*	17.03(100)	2.73(100)
	진품콩	7.52(54.33)**	1.24(66.76)*	8.08(58.42)**	1.5(83.35) ^{ns}	13.84(100)	1.85(100)
	소백나물콩	6.31(55.59)**	0.82(43.52)**	9.14(79.67) ^{ns}	1.45(77.22)*	11.34(100)	1.88(100)
	푸른콩	4.22(41.51)**	1.38(79.77)*	8.06(79.19) ^{ns}	1.58(91.54) ^{ns}	10.18(100)	1.73(100)
	황금콩	4.46(28.8)**	0.78(33.5)**	8.35(53.9)**	1.39(59.9)**	15.5(100)	2.33(100)

* : 0.05 LSD , ** : 0.01 LSD , () : % to the highest dry weight of shoot and root in each variety

표 3-1-5. 지하수위 및 토성에 따른 개체당 종실수

토성	품종	지하수위				
		10cm(A)	30cm(B)	50cm(C)	C - A	C - B
사양토	단엽콩	46.7(11.43)**	281.0(68.87)**	407.9(100)	361.2	126.9
	한남콩	21.3(11.85)**	130.8(73.8)**	177.3(100)	156.0	46.5
	명주나물콩	60.1(20.27)**	171.8(57.88)**	296.8(100)	236.7	125.0
	만리콩	30.3(18.32)**	119.3(72.04)**	165.6(100)	135.3	46.3
	장수콩	44.9(22.4)**	132.8(67.58)**	196.4(100)	151.5	63.6
	태광콩	35.8(20.7)**	164.3(94.99)*	173.0(100)	137.2	8.7
	진품콩	35.4(22.67)**	118.4(75.83)**	156.2(100)	120.8	37.8
	소백나물콩	58.3(28)**	193.9(93.59)*	207.1(100)	148.8	13.2
	푸른콩	36.7(19.76)**	94.7(51.01)**	185.6(100)	148.9	90.9
황금콩	14.5 (12)**	62.6(51.9)**	120.8(100)	106.3	58.2	
식양토	단엽콩	80.3(45.84)**	170.7(97.47) ^{ns}	175.1(100)	94.8	4.4
	한남콩	35.5(24.23)**	129.2(88.21)*	146.5(100)	111.0	17.3
	명주나물콩	83.1(37.9)**	188.0(85.69)**	219.4(100)	136.3	31.4
	만리콩	70.4(49.15)**	139.9(97.63) ^{ns}	143.3(100)	72.9	3.4
	장수콩	44.0(42.41)**	93.0(89.64)*	103.8(100)	59.8	10.8
	태광콩	103.6(65.97)**	155.4(98.98) ^{ns}	157.0(100)	54.0	1.6
	진품콩	24.0(18.32)**	125.5(95.8) ^{ns}	131.0(100)	107.0	5.5
	소백나물콩	40.0(22.13)**	138.3(76.49)**	180.8(100)	140.8	42.5
	푸른콩	57.0(42.5)**	124.0(92.45)*	134.1(100)	77.2	10.2
황금콩	28.8(31.3)**	65.8(71.7)**	91.8(100)	63.0	26.0	

* : 0.05 LSD , ** : 0.01 LSD , () : % to the most number of seed per plant in each variety

제2절 논의 다습조건에서 휴고를 달리한 콩 생육반응 시험

1. 서설

우리 나라의 기상조건은 6월 하순에서 7월 하순까지 약 1개월간의 긴 장마로 인하여 콩의 수량에 크게 영향을 미친다. 이와 같이 습해에 대한 연구는 담수, 담수피해, 담수기간 등으로 보고되고 있으며 단작이나 맥후작 모두에서 발생되고 있다. 콩의 초기 영양생장기 동안의 두 주일간의 담수 처리는 지상부 및 지하부의 모든 생육을 감소시켰다(Sallam and Scott, 1987). Scott 등(1989)은 콩의 생육뿐 아니라 수량의 차에 대하여 담수기간과 관계지어 보고한 바 있다. 콩의 V4 또는 R2 생육시기에 토양표면 3cm 위로 2, 4, 7 및 14일간 계속해서 담수시켰다. 그들은 콩의 담수기간 효과는 하위절 엽의 황화현상과 낙엽, 발육부진, 건물중과 종실수량의 감소가 뚜렷하였다고 보고하였다. 경장과 건물중이 두 생육단계에서 모두 담수기간에 직선적으로 감소되었다. 종실수량 또한 담수기간과 직선적으로 감소되었다.

논의 발전환시 포장토양의 이화학적 성질변화와 사료작물의 생육 및 수량에 대하여 보고된 바 있다(이홍석 등, 1993). 그러나 논상태에서 휴고를 달리한 처리에서의 콩의 생육 및 수량에 대한 연구는 매우 제한되어 있다. 논토양 상태에서의 수위차에 의한 콩의 생육반응은 콩의 내습성 정도와 생육특성을 평가하는데 있어 매우 유용한 시험으로 사료되었다. 하절기의 긴 장마는 밭 상태에서도 논상태의 조건과 비슷한 토양특성을 갖게 되기 때문이다. 따라서 본 연구는 콩 품종들의 내습성 정도를 평가하고 그들의 생육특성과 수량성을 비교검토하기 위하여 논에서 휴고를 달리한 상태에서 조사분석되었다.

2. 재료 및 방법

포장시험이 고려대학교 실험농장(경기도 남양주시 와부읍 소재)에서 1996년 실시되었다. 콩품종은 습해에 약한 것으로 선발된 단엽콩, 한남콩, 명주나물콩과 습해에 강한 만리콩, 장수콩, 태광콩, 진품콩, 소백나물콩, 무한콩, 푸른콩을 공시하였다. 논의 휴고는 수면을 기준으로 10, 25 및 50cm 높이로 조절하였다. 휴고 10과 25cm구는 휴고 저변폭 35cm 휴고 상변폭 25cm로 하였고 휴고 50cm구는 저변폭 40cm 상변폭 30cm가 되도록 휴반을 만들었다. 포장의 수심은 항상 10cm가 되도록하고 강우시 배수와 부족시 관수하여 유지하였다. 콩 10품종을 1996년 6월 27일 파종하였고 휴장 300cm에 주간 25cm 1주 1본으로 하였다. 시험구의 배치는 휴고를 주구 품종을 세구로 하는 분할구 배치 3반복으로 실시하였다. 시료의 채취는 본엽 5엽기, 협비대기 및 성숙기에 처리별 품종별로 각 3주를 조사하였다. 생육 형질은 주경장, 주경절수, 분지수, 엽면적, 엽건물중, 경건물중, 엽록소함량, 광합성속도 및 협실건물중이 조사되었고, 성숙기에는 주경장, 주경절수, 협수, 립수, 100립중, 수량 및 수량구성요소를 측정하였다. 수집된 성적은 SAS PC package를 이용하여 분산분석과 상관계수 등 통계분석되었다.

3. 결과 및 고찰

개화시의 경건물중 및 엽건물중의 휴고에 따른 유의적인 차이가 있었다. 습해에 민감한 엽건물중의 반응에 대한 품종간 차이를 살펴보면 50cm 표준재배구에서 엽건물중이 큰 품종은 만리콩, 태광콩, 진품콩, 무한콩, 단엽콩, 한남콩으로 10~16.5g이었고, 장수콩, 소백나물콩, 푸른콩, 명주나물콩은 6.0~8.1g로서 품종고유의 특성을 나타내었다. 그러나 휴고 10cm구에서는 표준구에 대비하여 소백나물콩, 무한콩, 단엽콩이 50%이하로 크게 감소되었고, 감소율이 적은 품종은 진품콩, 푸른콩이 70%이상의 수준으로 유지

하였다. 또한 경건물중도 엽건물중과 비슷한 경향이였다. 품종 전체평균으로 보아도 휴고 25cm구에서 습해를 받았으나 휴고 10cm구에서 더 심하였다(표3-2-1).

표3-2-1. 개화시 휴고에 따른 각 품종별 지상부 건물중

품 종 번 호	품 종	경건물중			엽건물중			품 종	경건물중			엽건물중		
		10cm	25cm	50cm	10cm	25cm	50cm		10cm	25cm	50cm	10cm	25cm	50cm
		g/3개체							휴고50cm대조구 대비지수(%)					
1	단엽콩	3.0	4.2	5.9	6.2	8.7	12.9	단엽콩	51	71	100	48	67	100
2	한남콩	2.7	4.3	3.9	6.7	11.3	10.0	한남콩	69	110	100	67	113	100
3	명주 나물콩	1.8	2.1	2.4	4.0	5.3	6.0	명주 나물콩	75	87	100	67	88	100
4	만리콩	3.1	2.6	5.8	8.1	7.3	15.3	만리콩	53	45	100	53	48	100
5	장수콩	2.4	2.8	3.4	5.4	6.8	8.1	장수콩	70	82	100	67	84	100
6	태광콩	3.8	5.9	6.5	8.8	15.3	16.5	태광콩	58	90	100	53	93	100
7	진품콩	5.3	3.7	6.2	10.4	9.2	14.9	진품콩	85	36	100	70	62	100
8	소백 나물콩	1.1	1.9	2.0	2.7	5.6	6.5	소백 나물콩	55	95	100	42	86	100
9	무한콩	2.4	2.6	5.1	5.8	6.7	12.5	무한콩	47	49	100	46	54	100
10	푸른콩	2.1	2.0	2.2	4.5	5.6	6.3	푸른콩	95	91	100	71	89	100
평 균		2.8c	3.2b	4.3a	6.3c	8.1b	10.9a	평 균	65	74	100	58	74	100

개화시 휴고별 품종별 경장, 엽수 및 지상부 건물중은 3-2-2에 나타낸 바와 같다. 경장은 휴고 50cm에서 가장 길었고 품종은 진품콩, 무한콩, 및 단엽콩이 길었다. 엽수 또한 휴고 50cm에 비하여 25cm, 10cm로 낮아질수록 감소되었다. 지상부 건물중 또한 휴고가 낮아질수록 감소되었으며 품종 간 차이도 매우 컸다.

엽록소 함량과 광합성 속도는 밀접한 관계가 있었다. 휴고에 관계없이

대체적으로 정의 상관관계를 보였으며 지하수위가 10cm가 되는 휴고에서 명주나물콩, 장수콩, 소백나물콩의 엽록소함량과 광합성량이 낮은 한편, 지하수위가 50cm가 되는 휴고에서 만리콩은 단위엽생체중당 엽록소 함량이 낮지만 광합성능력은 매우 높은 것으로 나타났다(그림3-2-1).

표3-2-2. 개화시 품종 및 휴고별 경장, 엽수, 지상부건물중의 변이

품종번호	품종명	경장(cm)			엽수(3개체)			지상부건물중(g/3개체)		
		휴고 10cm	25	50	휴고 10cm	25	50	휴고 10cm	25	50
1	단엽콩	73.1	79.2	79.6	50.7	56.3	74.7	9.87	15.23	22.39
2	한남콩	61.2	60.6	67.2	48.7	80.7	64.0	10.71	18.25	16.75
3	명주나물콩	55.2	53.9	50.7	47.7	63.7	60.3	6.22	8.36	9.36
4	만리콩	65.7	56.4	72.8	72.7	71.3	106.0	11.79	11.09	25.16
5	장수콩	71.5	67.5	70.8	32.7	45.7	43.3	8.79	10.80	12.97
6	태광콩	64.4	72.0	72.3	71.0	93.3	94.3	14.11	24.25	26.33
7	진품콩	87.8	71.9	81.1	71.3	59.3	79.7	18.00	14.63	25.15
8	소백나물콩	42.8	48.0	49.5	32.7	62.0	56.3	4.15	8.49	9.82
9	무한콩	66.3	58.9	79.8	50.7	61.7	74.0	9.21	10.31	12.63
10	푸른콩	58.6	52.7	53.1	35.0	44.7	45.7	7.47	8.81	9.91
평균		64.6	62.1	67.6	51.3	63.8	69.8	10.03	13.02	17.04

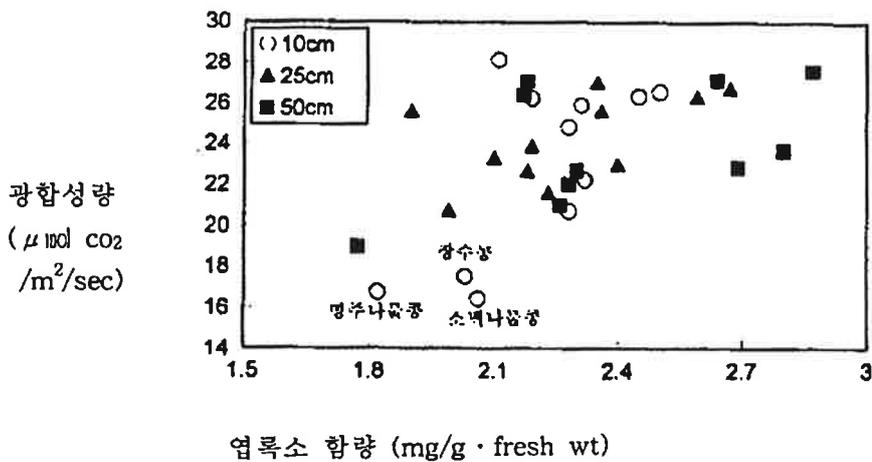


그림3-2-1. 휴고에 따른 엽록소 함량과 광합성 속도의 관계

휴고에 따른 생육시기별 지상부 건물증 증가량과 종실 수량을 표 3-2-3에서 보면 V5(제4분엽기)시기에서 R1(개화시)까지의 건물증증가율은 휴고 및 품종간 상호작용효과가 인정되어 휴고별 품종간 반응차이가 있으나, R1시기에서 R5(입비대시기)시기까지의 건물증증가율은 휴고와 품종간 상호효과는 인정되지 않았고 휴고 및 품종간 차이는 인정되었다(표3-2-3). 상호작용효과가 인정되지 않은 R1~R5시기의 건물증증가율의 경우 휴고 10cm처리구에서 가장 낮았으며 품종간에는 습해에 약한 것으로 추정되는 한남콩의 건물증 증가율이 가장 낮았다(표3-2-4).

종실수량에 있어서는 처리 및 처리×품종의 효과는 인정되지 않았으나 품종간차이는 인정되어 습해에 강한 것으로 추정되는 만리콩, 장수콩, 태광콩, 진품콩, 무한콩 등의 수량이 높았다. 한편 각 생육시기별 지상부 건물증 증가율과 수량과의 상관관계의 유의성이 인정(V5-R1 : $r = 0.31^{**}$, R1-R5 : $r = 0.25^{*}$)됨에 따라 이들을 이용한 주성분 분석을 하였다.

표3-2-3. 휴고에 따른 생육시기별 지상부 건물증 증가량 및 종실수량

처리별	품종	V5-R1	R1-R5	종실수량 (g/3개체)
		g/일/3개체		
휴 고 10cm	1. 단엽콩	0.51	1.23	33.9
	2. 한남콩	0.58	0.40	27.9
	3. 명주나물콩	0.21	0.72	25.7
	4. 만리콩	0.67	1.07	56.6
	5. 장수콩	0.24	1.32	48.9
	6. 태광콩	0.80	1.39	42.0
	7. 진품콩	1.04	1.00	45.2
	8. 소백나물콩	0.08	0.66	26.3
	9. 무한콩	0.43	0.67	42.1
	10. 푸른콩	0.22	1.04	33.5

처리별	품종	V5-R1	R1-R5	종실수량 (g/3개체)
		g/일/3개체		
휴 고 25cm	1. 단엽콩	0.51	1.23	33.9
	2. 한남콩	0.58	0.40	27.9
	3. 명주나물콩	0.21	0.72	25.7
	4. 만리콩	0.67	1.07	56.6
	5. 장수콩	0.24	1.32	48.9
	6. 태광콩	0.80	1.39	42.0
	7. 진품콩	1.04	1.00	45.2
	8. 소백나물콩	0.08	0.66	26.3
	9. 무한콩	0.43	0.67	42.1
	10. 푸른콩	0.22	1.04	33.5
휴 고 50cm	1. 단엽콩	1.44	2.49	30.5
	2. 한남콩	1.06	1.53	29.9
	3. 명주나물콩	0.45	1.78	28.7
	4. 만리콩	1.66	1.49	50.4
	5. 장수콩	0.58	2.62	46.6
	6. 태광콩	1.75	2.45	48.8
	7. 진품콩	1.61	2.38	45.4
	8. 소백나물콩	0.47	2.36	27.8
	9. 무한콩	1.31	2.03	45.7
	10. 푸른콩	0.43	2.03	32.7
분산 분석	처리	**	**	NS
	품종	**	**	**
	처리×품종	**	ns	

표3-2-4. 휴고 및 품종별 지상부건물중 증가율(R1-R5)과 종실수량

처 리		R1-R5 g/일/3개체	종실수량 g/3개체
휴 고	10cm	0.95b	38.16a
	25cm	2.06a	37.76a
	50cm	2.11a	38.65a
품 종	1. 단엽콩	1.97ab	30.42cd
	2. 한남콩	1.20d	28.97cd
	3. 명주나물콩	1.26cd	26.91d
	4. 만리콩	1.42cd	51.68c
	5. 장수콩	2.29a	49.66c
	6. 태광콩	2.21a	45.26b
	7. 진품콩	1.99ab	45.59b
	8. 소백나물콩	1.55cd	21.16d
	9. 무한콩	1.62bc	45.22b
	10. 푸른콩	1.59cd	33.02c

휴고처리에 따른 공시된 콩 10품종의 V5에서 R1, R1에서 R5까지의 각각의 평균 건물중 증가율과 종실수량의 반응에 따른 품종군을 분류하기 위하여 주성분 분석을 실시한 결과 표3-2-5와 같다.

표3-2-5. 습해처리별 두 주성분의 Eigen Value와 기여도

구분	휴고10cm		휴고25cm		휴고50cm	
	prin1	prin2	prin1	prin2	prin1	prin2
Eigen Value	1.9	0.8	1.8	1.0	1.6	1.0
기여도(%)	63.1	25.1	58.5	33.7	54.5	33.4
누적기여도(%)	63.1	88.2	58.5	92.2	54.5	87.9

표3-2-5에서 보는 바와 같이 분산이 가장 큰 2개 상위 주성분(prin1, prin2)이 휴고 10cm처리에서는 전체정보의 88.2%를 설명 가능함을 알 수 있었고, 10개품종의 prin1 과 prin2좌표상의 분포양상에 따라 대체로 3개 품종군으로 분류할 수 있었는데 전체정보의 63.1%를 설명할 수 있는 제1 주성분(prin1)은 각 품종의 생육시기별 평균 건물중 증가속도 및 종실수량과 관계가 깊은 성분이고, 제2주성분은 휴고 처리에 따른 생육시기별 건물중 증가속도 및 종실수량의 변화와 관계가 깊은 성분으로 추정되었다. 휴고 25cm, 50cm처리도 10cm처리와 비슷한 경향이었으며, 주성분 분석에 의한 품종군 분류는 그림3-2-2와 같다.

휴고 높이가 낮은 10cm구에서 내습성인 품종은 만리콩, 장수콩, 태광콩, 진품콩이 실제포장에서도 강했으며 한남콩, 명주나물콩은 내습성이 약하여 표3-2-6의 분류표와 일치하였으나 소백나물콩과 단엽콩은 일치하지 않았다.

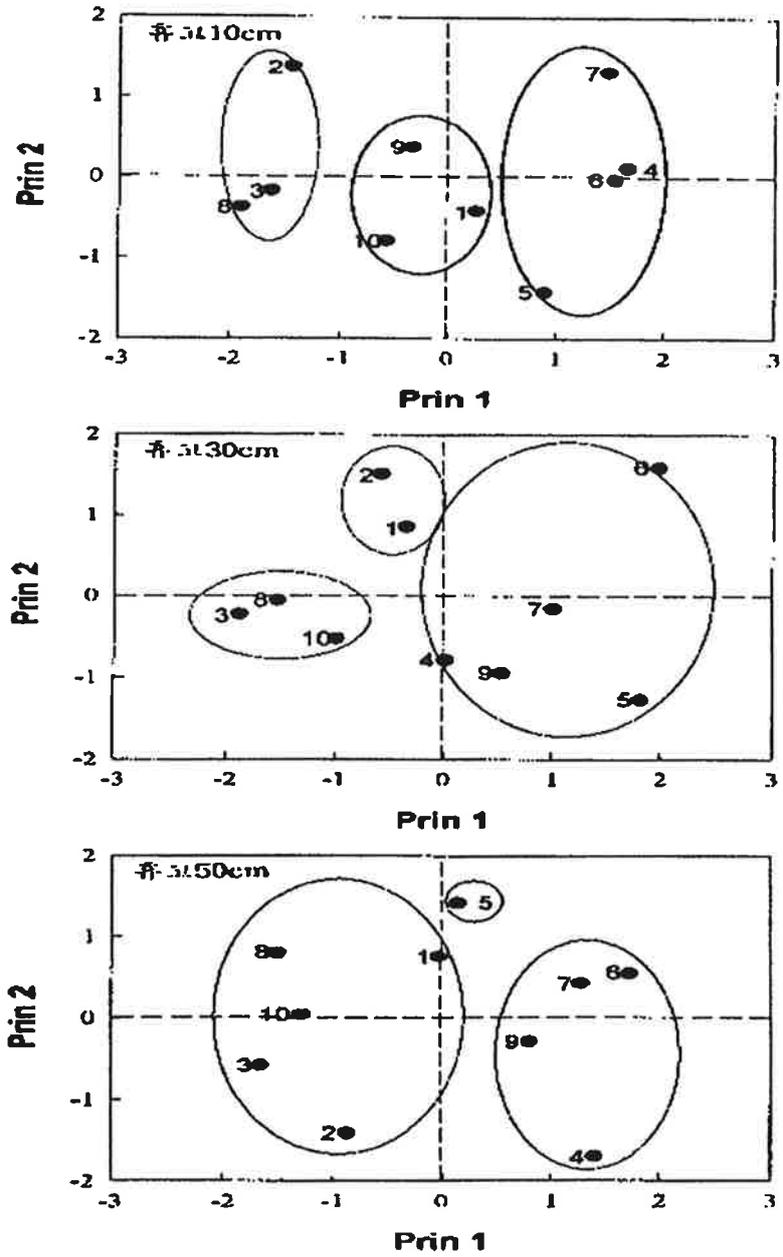


그림3-2-2. 주성분 분석에 의한 품종군 분류

표3-2-6. 휴고처리에 따른 품종군 분류

구분	습해 강	습해 중	습해 약
휴고 10cm	만리콩, 장수콩, 태광콩, 진품콩	단엽콩, 무한콩, 푸른콩	한남콩, 명주나물콩, 소백나물콩
25cm	만리콩, 장수콩, 태광콩, 진품콩, 무한콩	단엽콩, 한남콩	명주나물콩, 소백나물콩, 푸른콩
50cm	만리콩, 태광콩, 진품콩, 무한콩	장수콩	단엽콩, 한남콩, 명주나물콩, 소백나물콩, 푸른콩

제4장 수위조절에 의한 콩 우량품종의 지하부 생육반응

제1절 서 설

지하수위는 일반적으로 논에서는 높고 밭에서는 낮은 것이 보통이다. 그러므로 논에서는 습해가 발생하기 쉽고 밭에서는 저습지가 아니면 발생하지 않는 것이 일반적이다. 그러나 파종후 초기생육~생육중기에 오는 7~8월 장마가 문제가 되기 때문에 특히 배수조건이 나쁜 점질토양에서는 토양수분이 포화상태가 되어 뿌리의 호흡, 근류의 산소요구도가 급격하게 떨어져 습해가 유발하게 된다. 그러므로 인위적으로 전생육기간의 지하수위를 10cm, 25cm, 50cm로 조절하여 습해에 비교적 강한 7품종과 습해에 약한 3품종을 공시하여 지하부의 생육반응에 따른 지상부에 미친 영향을 조사하여 습해에 강한 그리고 약한 품종의 생리적 특성을 조사하였다.

제2절 재료 및 방법

1. 공시품종

우량품종에 대한 습해저항성 품종의 탐색시험 결과 얻어진 습해에 강한 7개 품종(만리콩, 장수콩, 태광콩, 진품콩, 소백나물콩, 무한콩, 푸른콩)과 습해에 약한 3개 품종(단엽콩, 한남콩, 명주나물콩)을 공시품종으로 하였다.

2. 지하수위처리

전체 생육기간을 통하여 10, 25, 50cm의 3수준의 지하수위처리를 3반복으로 실시하였다.

3. 시험방법

장방형 플라스틱 상자에 5cm 수심을 유지하고 그 속에 내경 20cm의 지하수위별 플라스틱 pot 360개를 제작하여 넣고 조정하여 pot용 상토(일반흙4 : 모래3 : 피트모스3의 비율)를 만들어 일정량을 넣고 6월28일 파종하여 전생육기간에 비가림시설(비닐하우스)을 하였고 수위조절용 관수는 지하수를 이용하였다.

4. 조사방법

가. 조사시기

본엽 5엽기, 개화기, 협비대기, 성숙기 등 4 시기에 조사를 실시하였다.

나. 근계조사

근계조사 항목으로는 뿌리 및 근류종을 택하였다.

다. 생육중 조사항목

본엽5엽기, 개화기, 협비대기에는 주경장, 주경절수, 분지수, 분지절수, 총절수, 경직경, 엽면적, 엽건물중, 경건물중, 엽록소함량을 조사하였다. 성숙기 수량구성요소로는 주경장, 주경절수, 분지수, 분지절수, 총절수, 경직경, 협수, 립수, 100립중, 협각중, 립중을 측정 조사하였다. 이 외에 top/root 비율, 건물배분율, 입경비, 경근중비 등도 조사를 행하였다.

제3절 결과 및 고찰

습해처리에 따른 주요형질에 대한 분산분석결과(표4-1) 개화기 및 성숙기 거의 모든 형질에 있어서 지하수위간 품종간 유의적인 차이가 있었다. 지하수위 및 품종간 상호작용은 개화기의 엽록소 함량 및 경장을 제외한 전형질에 대해서 유의적인 효과가 개화기때 조사된 지하수위 수준간 품종의 반응이 차이가 있었다. 반면 성숙기에는 분지수, 분지절수, 협수만이 유의적인 상호작용효과가 인정되었다.

표4-1. 습해처리에 따른 콩의 개화기 및 성숙기의 주요형질 분산분석표

특 성		요 인			
		지하수위(W)	품종(V)	W×V	Error
df		2	9	18	60
개 화 기	엽록소합량	24.9*	60.9**	4.2	5.5
	경장	109.8**	211.3**	11.0	9.9
	엽병수	1.0	12.6**	1.4*	0.7
	분지수	10.6**	15.1**	1.4*	0.8
	엽면적	283.4**	38.1**	35.6**	7.1
	엽건물중	38.8**	17.8**	1.6**	0.5
	경건물중	16.7**	7.6**	1.1**	0.3
	엽병건물중	9.8**	1.6**	0.4**	0.1
	근건물중	29.8**	10.2**	1.0**	0.3
	근류건물중	1.03**	0.92**	0.12**	0.04
	지상부건물중(T)	177.6**	58.8**	7.8**	2.0
	지하부건물중(R)	35.7**	16.6**	1.6**	0.3
	T/R	0.33**	0.13**	0.07**	0.02
	성 숙 기	경장	20.1	1174.8**	26.1	22.2
분지수		11.9**	5.0**	1.3**	0.5
주경절수		4.2*	5.9**	1.0	1.0
분지절수		204.2**	140.0**	30.4*	15.0
협수		6227.8**	6225.6**	768.1*	390.0
경직수		0.07**	0.03**	0.01	0.01
립수		22223.2**	20179.8**	1902.2	1415.4
주경중		0.2	25.5**	1.3	1.4
분지중		11.5**	9.1**	1.3	1.6
협각중		62.9**	39.7**	7.3	6.2
종실중		244.2**	121.9**	14.9	17.1

개화기에 근 및 근류 건물중의 지하수위 및 품종간 상호작용효과가 인정되어(표4-1) 지하수위별 품종간 반응의 차이가 있음을 알 수 있었다. 지하수위 10cm구에서 지하수위 25cm, 50cm구에 비하여 대체로 뿌리의 생육량이 적었으며 품종간에는 습해에 약한 것으로 추정되는 한남콩은 지하수위가 50cm일 경우 뿌리의 생육량이 비교적 컸으며 명주나물콩은 적었으나 두 품종 모두 지하수위 10cm의 습해상태에서 뿌리생육량이 현저하게 저해되었으며 근류건물중도 뿌리생육과 비슷한 경향을 보였다(표4-2)

표4-2. 지하수위 처리에 따른 품종별 개화기의 지하부 생육반응

품종	지하수위(cm)				품종	지하수위(cm)			
	10	25	50	평균		10	25	50	평균
뿌리건물중 g/2개체					근류건물중 g/2개체				
만리콩	5.5(82)	5.1(76)	6.7(100)	5.8de	만리콩	1.3(87)	1.7(113)	1.5(100)	1.5bc
장수콩	4.2(64)	5.3(80)	6.6(100)	5.4ef	장수콩	0.9(90)	1.4(140)	1.0(100)	1.1d
태광콩	7.6(87)	7.7(89)	8.7(100)	8.0a	태광콩	1.6(94)	2.1(123)	1.7(100)	1.8a
진품콩	3.8(59)	4.5(70)	6.4(100)	4.9fg	진품콩	0.9(64)	1.1(79)	1.4(100)	1.1d
소백나물콩	4.6(68)	5.0(73)	6.8(100)	5.5e	소백나물콩	1.0(91)	1.2(109)	1.1(100)	1.1de
무한콩	6.0(83)	5.6(78)	7.2(100)	6.3cd	무한콩	1.3(100)	1.6(123)	1.3(100)	1.4c
푸른콩	4.7(85)	4.1z(75)	5.5(100)	4.8g	푸른콩	0.9(129)	0.9(129)	0.7(100)	0.8f
단엽콩	6.8(86)	5.5(70)	7.9(100)	6.7bc	단엽콩	1.6(84)	1.5(79)	1.9(100)	1.7ab
한남콩	5.5(67)	6.8(83)	8.2(100)	6.8b	한남콩	0.8(50)	1.6(100)	1.6(100)	1.3c
명주나물콩	2.9(46)	5.1(82)	6.2(100)	4.7g	명주나물콩	0.5(45)	1.1(100)	1.1(100)	0.9ef
평균	5.2c (74)	5.5b (79)	7.0a (100)		평균	1.1b (78)	1.3a (93)	1.4a (100)	

* ():지수

콩뿌리의 신장은 토양수분이 과다하거나 과소하면 생육이 억제되고 뿌리형성에 영향이 크며 지하수위가 낮을수록 근계는 표층에 많이 분포되었으며 지하수위 50cm구의 근계는 하층까지 분포됨을 볼 수 있었다. 뿌리건물중의 지하수위 50cm구를 100으로 보았을 때 25cm, 10cm구에서 10품종 평균이 각각 79%, 74%이었으나 품종별로 보면 내습성 품종으로 보이는 만리콩, 태광콩, 무한콩, 푸른콩은 10cm구에서 80%이상을 보이고 있는 반면 내습성이 약하게 보이는 한남콩, 명주나물콩은 67, 46%로 뿌리신장장애를 가장 심하게 받아 품종간 차이를 뚜렷하게 보였다(표4-2).

한편 근류건물중에서 보면 내습성이 강한 품종은 약한 품종에 비하여 지하수위 10cm구에서도 근류중 감소율이 낮은 반면 약한 품종인 한남콩과 명주나물콩은 50%로 이하로 크게 장애를 받았다(표4-2).

그림4-1에서는 지하수위 수준에 관계없이 뿌리건물중과 엽건물중 간에는 정의 상관관계가 있었으나, 지하수위가 낮아짐에 따라서 뿌리 및 엽건물중의 축적이 저해되었다.

콩 생육에 있어서 영양생장기로부터 생식생장기로 전환되는 중요한 개화기의 뿌리생장량과 비교하면 그림4-2와 같다.

지하수위수준별 품종간의 뿌리건물중과 지상부건물중과의 관계를 보면 각각 고도의 정의 상관관계가 있었다. 즉 내습성이 강한 태광콩(3)은 지하수위 50cm(표준)구에서나 25, 10cm구에서도 최대의 뿌리중과 지상부 건물중을 보여 내습성이 약한 한남콩은 지하수위 50cm(표준)구에 비하여 큰 차이를 보였으며 내습성이 약한 특성을 나타냈다.

이상과 같이 지하수위의 고·저는 작토층의 토양수분함량의 다소를 결정하며 근계의 생육 및 기능에 밀접하게 관계한다는 것을 알 수 있다. 그러나 지하수위 10cm구에서도 습해에 영향을 적게 받는 내습성 품종은 태광콩, 단엽콩, 무한콩, 만리콩, 내습성이 약한 품종은 명주나물콩, 진품콩, 장수콩 등으로 나타나고 있어 일시적인 습해처리와 전생육기간의 지하수위를 낮게(10cm구)하여 경과시킨 생육반응과는 차이를 보였다.

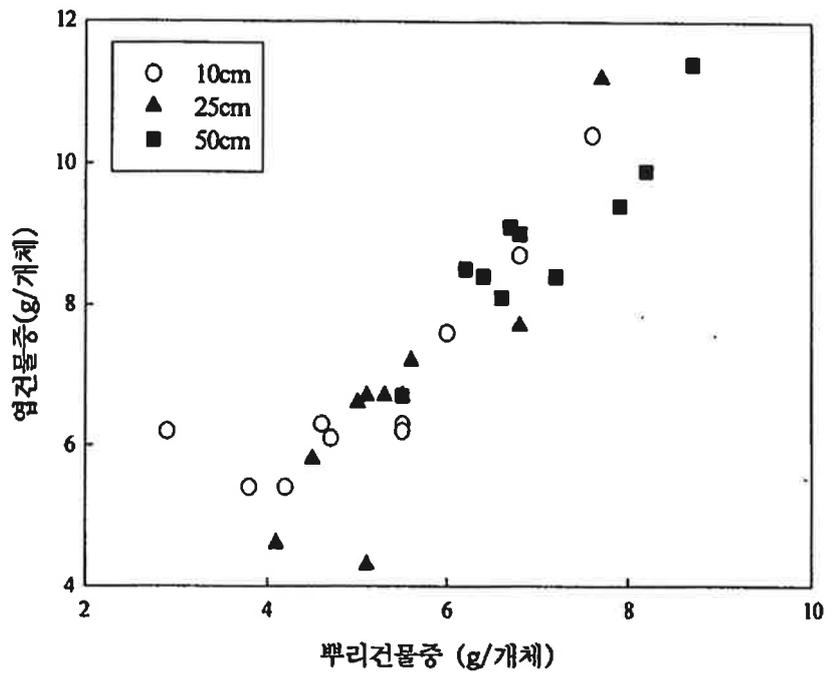
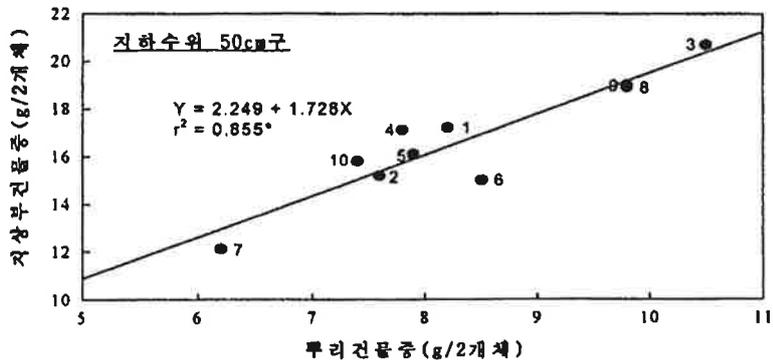
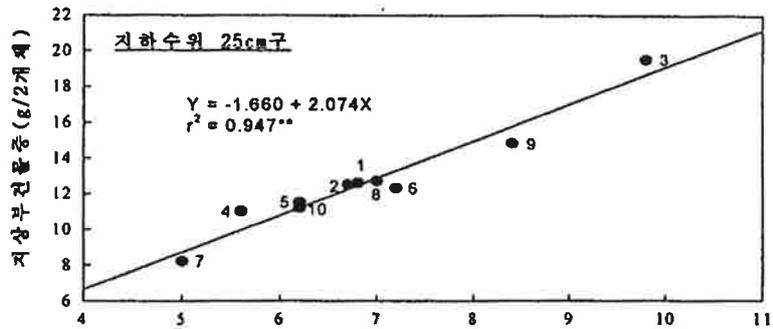
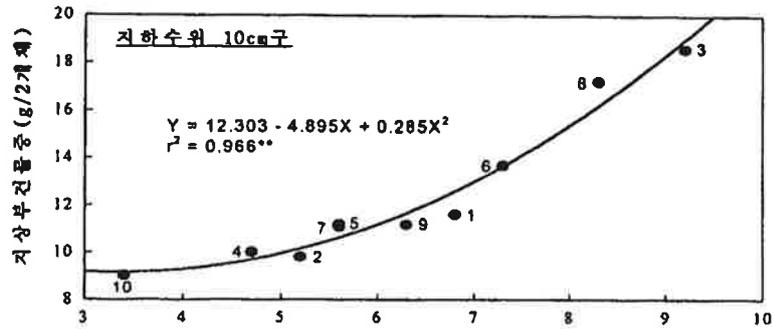


그림 4-1. 개화기의 지하부 뿌리와 지상부 염건물중 간의 관계



주) 1:만리콩, 2:장수콩, 3:태광콩, 4:진품콩, 5:소백나물콩
6:무한콩, 7:푸른콩, 8:단엽콩, 9:한남콩, 10:명주나물콩

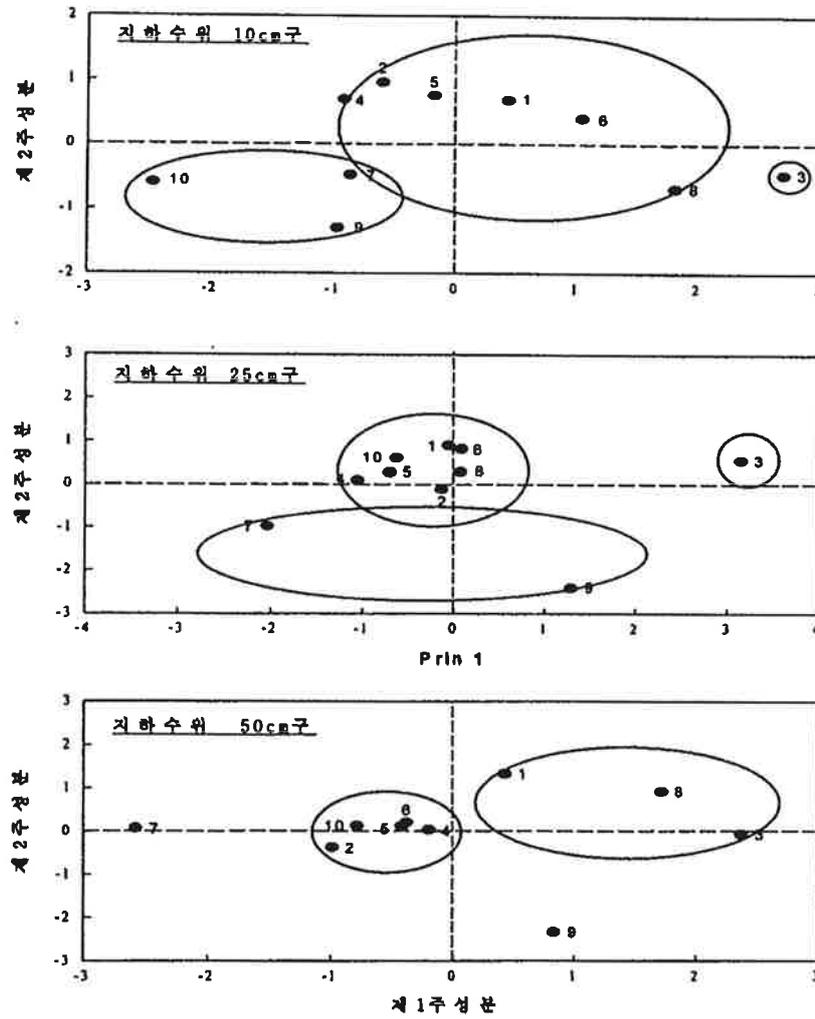
그림4-2. 개화기의 지하부 뿌리와 지상부건물중과의 관계

공시된 콩 10품종의 습해처리에 따른 지상부, 지하부 건물증 및 종실증 반응에 따른 내습성정도의 품종군을 분류하기위하여 주성분 분석을 하여 본 결과는 표4-3과 같았다.

표4-3. 습해처리별 두 주성분의 Eigen Value와 기여도

구분	지하수위10cm		지하수위25cm		지하수위50cm	
	제1주성분	제2주성분	제1주성분	제2주성분	제1주성분	제2주성분
Eigen Value	2.3	0.6	2.0	1.0	2.0	0.9
기여도(%)	77.6	20.5	65.8	33.5	66.8	30.7
누적기여도(%)	77.6	98.1	65.8	99.3	66.8	97.5

표4-3에 보는 바와 같이 분산이 가장 큰 2개 상위주성분(prin1, prin2)이 지하수위 10cm처리에서는 전체정보의 98.1%가 설명 가능함을 알 수 있었고, 10개 품종의 제1주성분(prin1)과 제2주성분(prin2) 좌표상의 분포양상에 따라 대체로 3개품종군으로 분류할 수 있었는데 전체정보의 77.6%를 설명할 수 있는 제1주성분(prin1)은 각 품종의 평균 지상부, 지하부 건물증 및 수량과 관계가 깊은 성분이고 제2주성분(prin2)은 습해처리에 따른 지상부, 지하부 건물증 및 수량변화와 관계가 깊은 성분으로 추정되었다. 지하수위 25cm, 50cm 처리역시 지하수위 10cm와 같은 경향이었으며 각 처리에서의 주성분 분석에 의한 품종군 분류는 그림4-3과 같다.



주) 1:만리곰, 2:장수곰, 3:태광곰, 4:진뿔곰, 5:소백나물곰 6:무한곰,
7:푸른곰, 8:단엽곰, 9:한남곰, 10:명주나물곰

그림4-3. 습해처리별 지상부 지하부 건물증 및 종실수량에 의한 곰종군 분류

그림4-3에 의한 10개 품종의 내습성 정도를 분류하여 보면 표4-4와 같다.

표4-4. 주성분 분석에 의한 내습성 정도의 분류

습해처리	습해 강	습해 중	습해 약
지하수위 10cm	태광콩	만리콩, 장수콩, 진품콩, 소백나물콩, 무한콩, 단엽콩	푸른콩, 한남콩, 명주나물콩
지하수위 25cm	태광콩	만리콩, 장수콩, 진품콩, 소백나물콩, 무한콩, 단엽콩, 명주나물콩	푸른콩, 한남콩
지하수위 50cm	만리콩, 단엽콩, 태광콩	장수콩, 진품콩, 소백나물콩, 무한콩, 명주나물콩	푸른콩, 한남콩

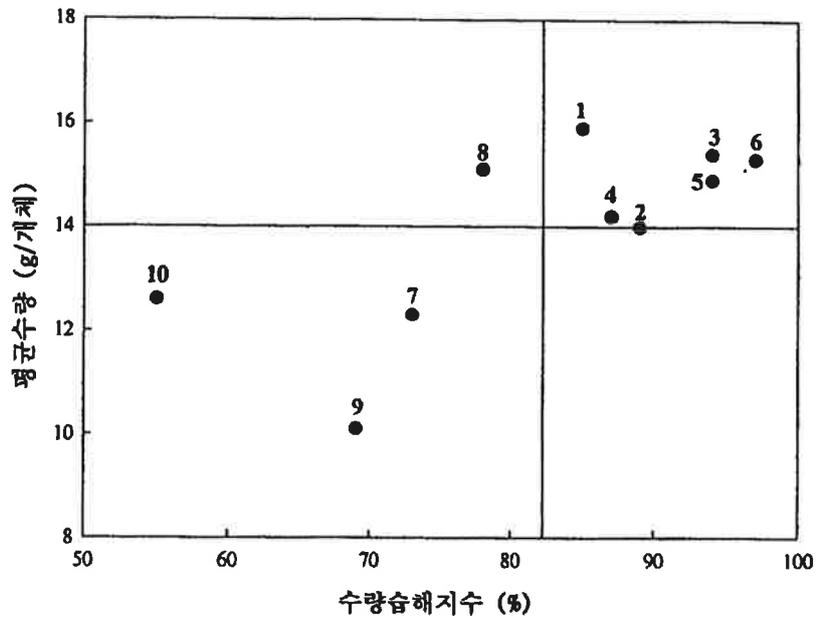
표4-4의 내습성 정도의 분류에서 주목할 것은 지하수위 10cm에서 구분되는 내습성이 강한 태광콩과 습해에 약한 한남콩, 명주나물콩은 표4-3과 일치하였으며 한편 습해중으로 분류된 품종도 표4-3에서 중강~강으로 분류된 것과 대체로 일치하였다.

성숙기의 대부분 형질은 지하수위별 품종간 상호작용이 유의하지 않았으나, 수량구성요소의 주요 형질인 개체당 협수는 상호작용과 효과가 있었다(표4-1). 지하수위별 개체당 협수는 25cm, 50cm 간 차이가 없었으나, 10cm의 경우 습해 때문에 협수의 감소를 보였다. 지하부 특성과 마찬가지로 한남콩과 명주나물콩이 지하수위 10cm구에 협수의 유의적인 감소를 보였으며, 반면에 태광콩과 소백나물콩은 습해의 영향을 받는 지하수위 10cm구의 경우에도 협수의 감소가 많지 않았다(표4-5).

표4-5. 지하수위 처리에 따른 품종별 성숙기의 2개체당 협수

품 종	지 하 수 위(cm)			
	10	25	50	평균
만 리 콩	30.3	42.7	47.0	40.2e
장 수 콩	31.7	46.5	42.3	40.0e
태 광 콩	46.8	44.8	60.0	50.6cd
진 품 콩	36.2	43.5	46.5	42.1de
소백나물콩	77.3	72.7	85.8	78.6a
무 한 콩	49.3	39.5	85.0	43.8de
푸 른 콩	34.3	44.5	47.0	42.0de
단 엽 콩	60.0	73.2	68.0	67.1b
한 남 콩	28.3	45.0	55.8	43.1de
명주나물콩	29.8	68.0	70.4	56.0c
평 균	42.4b	52.0a	56.5a	

개체당 종실수량의 습해지수(지하수위 10cm구 수량/지하수위 50cm×100)와 지하수위 10, 25, 50cm 세 수준의 평균수량의 관계를 살펴보면(그림4-4), 습해에 약하면서 절대적인 수량은 낮은 품종으로 한남콩, 명주나물콩, 푸른콩이었으며, 장수콩은 습해에 비교적 강하였으나 수량이 공시품종의 평균에 미치지 못하였으며, 단엽콩은 습해에 약하였으나 평균수량이 비교적 높았다. 그외 만리콩, 태광콩, 무한콩, 진품콩, 소백콩은 수량도 공시품종들의 평균보다 높았으며 습해에 강한 것으로 나타났다.



주) 1:만리콩, 2:장수콩, 3:태광콩, 4:진품콩, 5:소백나물콩, 6:무한콩
 7:푸른콩, 8:단엽콩, 9:한남콩, 10:명주나물콩

그림4-4. 품종별 습해 민감정도 및 평균수량

제5장 관개에 의한 내습성 반응의 유효성 확인 시험

제1절 서설

우리 나라 기후는 온대몬순 대륙성 기후권에 속하여 여름 장마철에 700-850mm의 강우가 집중되고 때로는 시간당 100mm 이상의 집중호우도 발생된다. 따라서 밭에서도 경사도가 작거나 배수불량 포장에서는 작물들이 습해를 받고 있다(권 등, 1982).

권 등(1988)은 콩의 개화기에 9일 및 16일간의 포장용수량 이상의 과습 처리를 하였을 때 9일간 처리는 3-5%가 16일간 처리시에는 8-11%의 수량 감소가 나타났다고 하였다. 콩의 초기영양생장기에 두주일간의 과습처리는 지상부 및 지하부의 모든 생육을 감소시켰다(Sallam and Scott, 1987). Scott 등(1989)은 콩의 생육 및 수량에 대하여 보고하였다. 콩의 영양생장기 V4와 생식생장기 R2 시기에 토양표면 3cm 위로 2, 4, 7 및 14일간 계속해서 담수시켰다. 그들은 콩의 담수에 의한 과습의 효과는 하위질의 염의 황화현상과 낙엽, 발육부진, 건물중과 종실수량의 감소가 뚜렷이 나타남을 발견하였다. 경장과 건물중이 두 생육단계 처리 모두에서 과습처리기간과 직선적으로 감소되었다. 종실수량 또한 직선적으로 감소되었다.

여름 장마시에는 밭상태에서도 과습에 의하여 콩의 생육을 저해하며 이는 단작이나 맥후작 모두에게 영향을 준다. 그러나 이들 생육단계에 따른 습해의 영향에 대한 연구보고는 매우 제한되어 있다. 본 연구는 밭에서의 영양생장기와 생식생장기에 과습조건을 부여하여 콩품종들의 생육특성과 종실수량에 대한 반응을 조사하여 내습성 품종의 지표가 될 기준 특성을 확립함으로써 내습성 품종 육종자료와 생산현장에 적용될 기초자료를 얻고자 실시하였다.

제2절 재료 및 방법

포장시험을 고려대학교 실험농장(경기도 남양주시 와부읍 소재)에서 1997년 실시하였다. 습해에 약한 한남콩과 명주나물콩, 습해에 강한 태광콩, 무한콩 및 소백나물콩을 6월 7일 재식밀도 60×15cm 1주 2본으로 파종하였다. 파습처리를 위한 관수방법은 sprinkler를 이용하여 1일 3회에 걸쳐 1회당 15mm씩 관수하였으며 관행구, 본엽 1엽기부터 개화전 관수, 개화기 후부터 성숙기 관수의 처리를 두었다. 시험구의 배치는 관수구를 주구 품종을 세구로 하는 분할구 배치 3반복으로 실시하였다.

시료의 채취는 본엽 5엽기, 개화기, 협비대기 및 수확기에 실시하였으며 지상부의 주요 생육형질과 수량 및 수량구성 요소가 측정되었다. 수집된 성적들은 SAS pc package를 이용하여 분산분석 및 상관관계를 분석하였다.

제3절 결과 및 고찰

개화전 관수처리에 의한 초기생육은 관행구와 거의 차이가 없었으며, 이는 관수처리에 의한 습해유발 이후 충분한 시간이 경과되지 못한 이유로 생각된다(표5-1). 그러나, 개화기전 관수처리로 습해유발시, 개화기의 경장 및 부위별 건물중의 감소가 심하였는데, 습해에 약한 품종으로 생각되었던 한남콩, 명주나물콩의 경우 관행구 전체건물중은 54.0~69.1g 내외이나 개화기전 관수에 의하여 20.3~24.5g으로 그 피해 정도가 심한 반면, 태광콩과 무한콩은 습해유발에 의해 피해정도가 비교적 낮은 편이었다(표5-2). 또한 관행구(표준)대비 각 기관별 상대생장율을 비교하여 보면 개화전 습해유발을 위한 처리구에 있어서 내습성이 강한 태광콩, 무한콩은 상대생장율이 경장 98~100%, 줄기 83~94%, 잎 71~79%, 엽병 70~81%, 전체건물중 75~84%였으나 내습성이 약한 한남콩, 명주나물콩에 있어서는 경장

68~70%, 줄기 40~45%, 잎 37~38%, 엽병 31%, 전체건물중 35~38%로서
내습성이 강한 품종보다 극심한 감소를 보였다(표5-2).

표5-1. 개화전 관수처리에 따른 본엽5엽기의 경장 및 부위별 건물중

처리내용	품종	경장 (cm)	건물중 (g/5개체)			
			줄기	잎	엽병	전체
관행구	태광콩	14.6	1.40	3.36	0.30	5.06
	무한콩	14.9	1.27	3.35	0.37	4.99
	소백나물콩	10.7	0.91	2.44	0.33	3.68
	한남콩	9.2	0.82	2.14	0.23	3.19
	명주나물콩	11.7	0.97	2.49	0.27	3.73
개화전 관수	태광콩	15.6	1.69	4.22	0.47	6.38
	무한콩	16.1	1.37	3.80	0.40	5.57
	소백나물콩	10.8	0.99	2.29	0.27	3.55
	한남콩	10.6	0.94	2.49	0.30	3.73
	명주나물콩	11.7	1.09	2.25	0.25	3.59

표5-2. 관수처리에 따른 개화기 경장 및 건물중

처리내용	품종	경장 (cm)	건물중 (g/5개체)			
			줄기	잎	엽병	전체
관행구 (A)	태광콩	48.0	20.1	29.0	11.1	60.2
	무한콩	52.2	15.6	24.0	8.6	48.2
	소백나물콩	44.8	16.8	26.0	12.4	55.2
	한남콩	44.8	17.2	25.0	11.8	54.0
	명주나물콩	46.8	24.2	32.0	12.9	69.1
개화전관수 (B)	태광콩	48.0	16.7	20.7	7.8	45.2
	무한콩	51.4	14.7	19.0	7.0	40.7
	소백나물콩	33.4	7.4	10.3	4.1	21.8
	한남콩	30.8	6.9	9.7	3.7	20.3
	명주나물콩	32.8	8.5	12.0	4.0	24.5
A/B (%)	태광콩	100	83	71	70	75
	무한콩	98	94	79	81	84
	소백나물콩	74	44	39	33	39
	한남콩	68	40	38	31	38
	명주나물콩	70	35	37	31	35

표5-3에서와 같이 경장에 있어서 개화전, 개화후 관수 처리간 관행에 비하여 차이가 없는 품종은 태광콩, 무한콩이었으며 경장감소를 뚜렷하게 보인 것은 개화전 관수에서는 소백나물콩, 한남콩, 명주나물콩이 습해에 약한 경향을 보였고, 개화후 관수처리에서는 소백나물콩, 명주나물콩으로서 줄기신장이 억제되었다.

그러나 건물중에서 비교하여 보면 개화전 관수처리에서 줄기, 잎, 엽병, 협의 모든 형질이 관행에 비하여 크게 감소한 반면 개화후 관수에서는 영양기관인 줄기, 잎, 엽병이 대체로 크게 증가하였으나 협중만이 감소되었다. 이와 같이 개화전(영양생장기간)관수처리에는 크게 습해를 받았으나 개화후(생식생장기간)관수처리에서는 개화기까지 왕성한 영양생장으로 오히려 증가추세로 나타났다. 여기에서도 뚜렷한 것은 최종목적산물이 되는 협(꼬투리)의 건물중은 개화전관수처리에서 습해에 약한 한남콩과 명주나물콩이 관행대비 51, 30%로 크게 감소하였고 개화후 관수처리구에서는 습해에 약한 명주나물콩이 45%로 가장 낮았다.

습해를 받는 시기에 따라 잎이 떨어지는 시기와 품종간차이를 표5-4에서 보면 V5시기(제4본엽기)에는 습해기간이 짧고 초기생육이기 때문에 처리내 품종간 차이는 유의성이 없었으나 R2(개화성기)에서는 품종간의 차이를 보였고 R6(립비대성기)에서도 유의성이 인정되지 않았다. 그러나 립비대성기(R6)에서 개화후 과습처리구의 남아있는 엽수는 관행에 비하여 많은 경향을 보인 것은 체내 영양의 소비보다는 축적상태에 있기 때문에 생육이 양호하였다고 생각된다.

표5-3. 관수처리에 따른 협비대기 경장 및 건물중

처리 내용	품종	경장 (cm)	협수 (개)	건물중(g/5개체)				
				줄기	잎	엽병	협	전체
관행구 (A)	태광콩	62.0	37.6	45.7	35.0	21.3	35.2	137.2
	무한콩	75.4	45.4	40.6	39.0	18.2	59.5	157.3
	소백나물콩	45.8	76.0	35.9	39.0	25.3	41.2	141.4
	한남콩	67.2	56.6	30.5	32.0	15.7	59.0	133.2
	명주나물콩	54.6	86.4	42.8	42.0	19.5	89.8	194.1
개화전 관수 (B)	태광콩	65.4	28.2	40.2	31.0	14.2	26.4	111.8
	무한콩	76.0	31.2	31.3	29.0	13.6	34.3	108.2
	소백나물콩	36.4	39.2	13.0	17.0	7.2	24.1	61.3
	한남콩	47.0	28.6	12.9	14.0	5.2	30.5	62.6
	명주나물콩	44.0	33.6	14.0	14.0	5.3	27.4	60.7
개화후 관수 (C)	태광콩	65.0	4.04	72.7	50.0	41.0	29.6	193.3
	무한콩	78.8	41.2	55.4	40.0	24.0	45.9	165.3
	소백나물콩	42.4	53.4	49.1	37.0	38.3	22.6	147.0
	한남콩	71.6	52.2	48.2	32.0	24.4	49.9	154.5
	명주나물콩	51.0	54.6	53.2	32.0	24.2	41.2	150.6
B/A (%)	태광콩	105	75	88	88	66	75	81
	무한콩	101	69	77	74	75	57	68
	소백나물콩	79	52	36	43	28	58	43
	한남콩	70	50	42	43	33	51	47
	명주나물콩	81	39	33	33	27	30	31
C/A (%)	태광콩	105	107	159	142	192	84	141
	무한콩	104	91	136	102	131	77	105
	소백나물콩	92	70	136	94	151	55	103
	한남콩	106	92	158	100	155	84	116
	명주나물콩	93	63	124	76	124	45	77

표5-4. 과습처리에 따른 품종별, 생육시기별 엽수의 변화

처리	품종	V5	R2	R6
		-----엽수 / 5개체 -----		
관행	한남콩	17.7	149.0	122.0
	명주나물콩	19.7	188.7	167.3
	태광콩	17.3	169.0	120.0
	소백나물콩	17.7	129.7	123.7
	무한콩	18.0	131.0	141.0
개화전 과습	한남콩	19.0	51.3	78.7
	명주나물콩	19.0	81.7	81.7
	태광콩	19.7	107.0	98.7
	소백나물콩	17.0	75.3	89.7
	무한콩	20.3	87.3	102.0
개화후 과습	한남콩	18.7	138.3	148.3
	명주나물콩	19.3	152.7	165.3
	태광콩	21.0	150.3	192.0
	소백나물콩	19.7	131.0	140.3
	무한콩	17.6	177.7	174.7
L.S.D(0.05)*		ns	3.1	ns

* L.S.D는 처리내 품종간 비교

영양생장이 가장 왕성한 V5(제4본엽기)에서 R2(개화성기)기간의 1일 지상부의 건물중을 비교하여 본 결과 표5-5와 같았다. 처리별 품종별로 1일 건물중 증가량은 관행구에서는 습해에 약한 명주나물콩이 가장 높은 반면 한남콩과 무한콩이 가장 낮았다. 개화전 과습에서는 습해에 강한 태광콩, 무한콩이 가장 높은 반면 습해에 약한 한남콩, 명주나물콩 낮은 결과로 영양생장기 과습에는 약한 반응을 보였다.

표5-5. 과습처리에 따른 품종별 일일 지상부 건물중 증가율(V5 - R2)의 차이

처리	지상부 건물중 증가율(g/5개체/일)				
	한남콩	명주나물콩	태광콩	소백나물콩	무한콩
관행	1.70b*	2.18a	1.83ab	1.72ab	1.44b
개화전 과습	0.55c	0.70bc	1.29a	0.61c	1.17ab
개화후 과습	1.77a	1.71a	1.89a	1.91a	2.36a

* 처리에 따른 품종간 비교 : Duncan's multiple range test($\alpha = 0.05$)

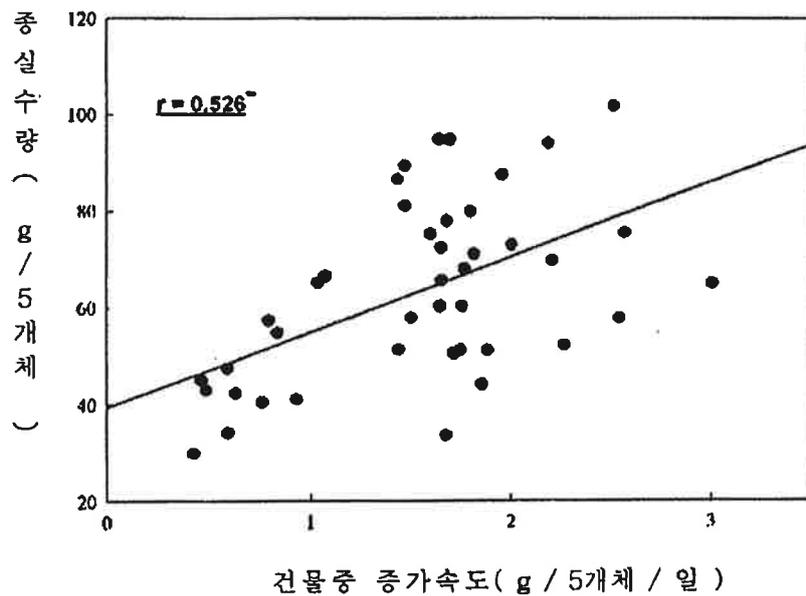


그림5-1. V5(제4본엽기)에서 R2(개화성기)까지의 일일건물중증가속도(g/5개체/일)와 종실수량과의 관계

따라서 V5-R2기간의 건물중 증가속도(증가량)와 종실수량간에는 $r=0.526^{**}$ 의 고도의 정의 상관관계를 보였다(그림5-1). 한편 그림5-2에서는

개화전 과습처리 즉 영양생장기의 과습에서 낙엽의 습해지수(처리구의 엽수/표준구×100)가 높은 것이 종실수량이 높아 $r=0.555^{**}$ 의 고도의 정의 상관관계를 나타내어 엽수가 생식기간에 광합성량과 수량성에 크게 영향을 미친다고 판단된다. 이 그림표에서도 습해에 강한 품종들이 대체로 엽수의 습해지수도 높고 수량도 많았다.

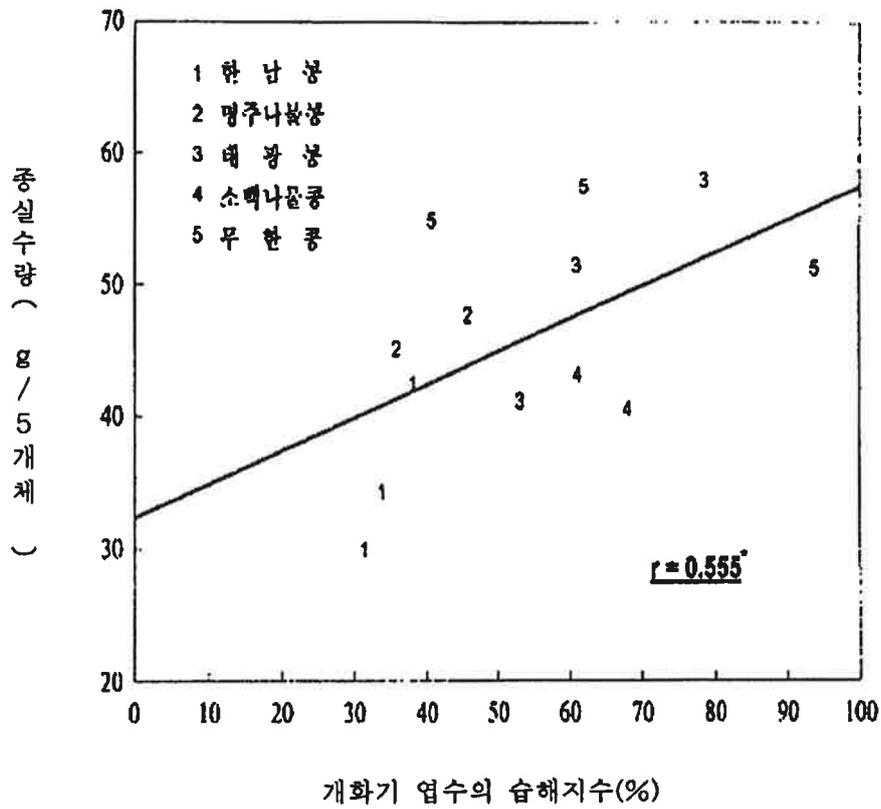


그림5-2. 개화전과습처리구의 개화성기(R2) 염수의 습해지수와 종실수량과의 관계

제6장 내습성 품종의 생리, 생태적 요인구명

제1절 서설

습해는 과습에 의하여 토양 중에 포장용수량 이상의 수분이 존재할 때 일어나며 과습 조건에 처하는 부위는 작물의 뿌리이므로 초관부에 나타나는 위조와 같은 장애는 높은 수분장력에 의해 직접적으로 발생하는 것이 아니고 토양 공기의 조성이나 양분과 같은 다른 조건들을 변화시킴으로써 2차적으로 유발되는 현상이라 할 수 있다. 한편, 이와 같은 습해는 우리나라의 경우에는 6월 하순부터 7월 하순에 걸친 긴 장마철에 다발적으로 일어날 수 있으며 이 때 콩은 영양생장기로서 초기 생육에 큰 지장을 가져다 줄 수 있다. 또한, 8월 중 호우에 의한 일시적인 습해도 일어날 수 있으며, 이 때는 콩의 생식 생장기로서 수량에 치명적인 영향을 가져다 줄 수 있다. 본 연구에서는 전년도 실험에 의해서 선발된 습해에 강한 품종으로 태광콩 및 무한콩, 습해에 약한 품종으로 생각되는 소백나물콩, 한남콩, 명주나물콩을 공시하였다. 대형 콘크리트 풋트를 이용, 콩을 재배하고 지하수위 처리 시기를 달리하여 콩 품종간 생육 및 수량 반응을 검토하고자 하였다.

제2절 재료 및 방법

1. 실험 I

본 실험은 서울대학교 농업생명과학대학 부속 실험농장에 설치되어 있는 가로 및 세로가 4 x 4m이고 높이가 2m크기인 대형 콘크리트 풋트(lysimeter)를 이용하였다. 풋트는 하부에 배관시설을 설치하여 급수 및 배수가 잘 이루어지도록 하였고 풋트안에는 사양토 및 식양토를 각각 채웠다. 수위 조절은 물탱크로부터의 급수관을 이용하고 수위는 물을 저면에서 공급하여 지표로부터 10cm와 50cm가 유지되도록 2수준으로 하였으며 처리내용은 처리①은 V3생육기 이후 전생육기간동안 지하수위를 10cm로하

고 처리②는 V3로부터 V4-5생육기까지만 지하수위를 10cm로 하였으며 처리③은 R1-R2생육기간 만 지하수위를 10cm로 하였고 처리④는 V3이후 전생육기간동안 지하수위를 10cm로 하고 배토처리를 하였으며 처리⑤는 표준구로서 전생육기간동안 지하수위를 50cm로 유지하는 5개처리로 하였다. 공시품종은 무한콩, 태광콩, 소백나물콩, 한남콩, 명주나물콩등 5품종이었다. 시비량은 N-P-K를 성분량으로 10a당 4-7-6kg로 하였으며, 파종간격은 60cm x 10cm 1주 2본식으로 하여 6월 11일에 파종하였고 파종후 근류균(*Bradyrhizobium japonicum*)을 접종하였다. 그 밖의 관리는 표준재배법에 준하였고 V5-V6생육기에 엽면적, 엽록소함량, 건물중, 근류의 착생을 조사하였으며 이후 R2-R3생육기에 생육상태와 수량구성요소 및 수량을 조사하였다.

엽록소함량의 측정은 엽록소 측정기(SPAD 502, Minolta Co. Japan)를 이용하여 측정한 후 환산식($0.0533X - 0.133$ $R^2 = 0.993$)을 이용하여 엽생체 중당 엽록소함량(mg/g F.W.)으로 나타내었다.

2. 실험 II

본 실험도 서울대학교 농업생명과학대학 부속 실험농장에서 소형팟트를 이용하여 실시하였다. Pot용적은 4ℓ 이고 높이는 25cm이었다. 팟트는 사양토로 채웠다. 수위조절은 대형수조를 이용하여 저면에서부터 15cm 높이를 유지하도록 맞추어 처리하여 지하수위가 10cm가 되도록 하였다. 실험구는 생육 V3기 이후 전생육기간에 걸쳐 지하수위를 10cm로 처리한구와 V4-V5생육기만을 지하수위 10cm로 조절처리한구 및 지하수위를 조절하지 않은 대조구로 비교 실험하였다.

R1-R2 생육시기에 뿌리건물중, 뿌리혹수와 뿌리혹의 활력을 측정하였다. 질소고정능력은 nitrogenase의 아세틸렌환원능력에 의해 측정하였는데 콩의 지하부를 팟트로부터 절제한 후 착생된 뿌리혹이 떨어지지 않도록 조심스럽게 흙을 분리하여 1ℓ 병에 넣고 밀봉한다음, 주사기를 이용하여

50cc acetylene을 주입하였으며, 30분후에 생성된 etylene을 gas chromatography(Model: Varian 6000)로 측정하였다. 측정시 injector온도는 90℃, column온도는 120℃이었으며, column은 alumina type으로, flow rate는 30ml/min, carrier gas는 helium을 사용하였다.

제3절 결과 및 고찰

V3생육기 이후의 지하수위 및 배토처리에 따른 생육조사결과는 표 6-1과 같다. 처리 3 (V3이후 지하수위 50cm처리후 R1-R2 생육시기에만 지하수위를 10cm로 처리하고 그 이후 지하수위 50cm처리구)는 생육조사기에 지하수위처리가 실시되지 않았으므로 처리 5 (V3이후 전생육기간 동안 지하수위 50cm 처리구)와 같다. 따라서 현재까지는 처리 3과 5는 같은 내용이다. 엽록소함량, 엽면적, 지상부건물중 등이 품종 및 지하수위에 따른 차이는 유의적으로 나타났으나, 토성에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다.

표 6-1. 토성 및 생육시기별 지하수위 처리에 따른 V5-V6 시기의 생육특성의 품종간 차이

토성	지하수위처리	품종	엽록소 함량 (mg/g F.W)	엽면적 (cm ²)	지상부 건물중 (g)
식양토	전생육시기 10cm	태광콩	1.5	310.8	2.6
		무한콩	1.6	269.8	1.9
		소백나물콩	1.5	235.9	2.0
		한남콩	1.5	221.2	1.9
		명주나물콩	1.3	135.9	1.5
	V4-V5 시기 10cm	태광콩	1.3	242.1	2.3
		무한콩	1.4	209.7	2.0
		소백나물콩	1.4	175.2	1.6
		한남콩	1.3	177.3	1.6
		명주나물콩	1.3	216.7	1.6
	전생육시기 50cm	태광콩	1.5	466.4	3.4
		무한콩	1.6	372.2	2.2
		소백나물콩	1.6	241.5	2.0
		한남콩	1.6	299.5	2.3
		명주나물콩	1.6	226.1	1.8
	전생육시기 10cm 배토	태광콩	1.4	337.5	2.4
		무한콩	1.6	264.1	2.0
		소백나물콩	1.6	211.5	1.3
		한남콩	1.5	237.9	1.7
		명주나물콩	1.4	179.2	1.4

사 양 토	전생육시기 10cm	태광콩	1.6	691.7	4.9
		무한콩	1.5	512.8	3.7
		소백나물콩	1.5	456.7	3.5
		한남콩	1.7	456.3	3.6
		명주나물콩	1.4	336.0	3.0
	V4-V5 시기 10cm	태광콩	1.5	665.6	5.5
		무한콩	1.5	636.8	4.3
		소백나물콩	1.3	480.6	3.6
		한남콩	1.4	687.4	5.1
		명주나물콩	1.3	553.0	4.2
	전생육시기 50cm	태광콩	1.7	1332.1	6.2
		무한콩	1.7	1180.2	5.9
		소백나물콩	1.6	819.9	4.5
		한남콩	1.7	745.3	5.3
		명주나물콩	1.7	754.7	4.9
	전생육시기 10cm 배토	태광콩	1.2	524.9	3.5
		무한콩	1.5	462.2	4.3
		소백나물콩	1.4	379.4	3.1
		한남콩	1.3	386.0	2.9
		명주나물콩	1.2	314.4	2.5
토성 (S)		ns	ns	ns.	
처리기간 (P)		**	**	**	
품종 (V)		*	**	**	
S X P		**	ns	*	
S X V		ns	*	*	
P X V		ns	ns	ns	
S X P X V		ns	ns	ns	

*** are significant at 0.05 and 0.01 level, respectively

또한 엽록소함량은 토성과 지하수위의 상호작용에서, 엽면적은 토성과 품종의 상호작용에서, 지상부건물중은 토성과 지하수위 및 토성과 품종의

상호작용에서 각각 유의성이 나타났다.

본실험은 생육 V3이후 V5-V6기까지의 생육상으로서 지하수위처리기간이 짧았으며 기상적요인이 맑고 건조한 날씨가 계속된 상태에서 수행하여 지하수위처리시 품종간의 생육특성이 뚜렷하게 나타지 않았으나 이후의 생육조사에서는 보다 분명한 생육차이가 나타날 것으로 기대되었다.

표 6-2. 토성 및 생육시기별 지하수위 처리에 따른 R2-R3 시기에 있어서의 생육의 품종간 차이

토성	지하수위처리	품종	엽록소 함량 (mg/g F.W)	엽면적 (cm ²)	지상부 건물중 (g)
식양토	전생육시기 10cm	태광콩	1.8	902.6	6.8
		무한콩	2.0	681.6	6.2
		소백나물콩	1.9	441.3	4.2
		한남콩	1.8	308.0	3.4
		명주나물콩	1.9	332.4	3.1
	V4-V5 시기 10cm	태광콩	1.9	990.9	7.6
		무한콩	2.1	394.4	4.1
		소백나물콩	1.9	779.0	6.2
		한남콩	1.9	596.4	5.7
		명주나물콩	1.9	602.1	5.1
	전생육시기 50cm	태광콩	2.0	1230.6	8.7
		무한콩	2.1	1027.6	8.5
		소백나물콩	2.0	829.3	6.7
		한남콩	2.0	715.0	7.5
		명주나물콩	1.9	941.5	9.0
	전생육시기 10cm 배토	태광콩	1.9	955.7	7.4
		무한콩	2.1	766.3	5.5
		소백나물콩	1.9	713.2	6.5
		한남콩	1.8	520.2	5.3
		명주나물콩	1.8	368.5	3.8
R1-R2 시기 10cm	태광콩	1.8	793.2	6.9	
	무한콩	2.0	771.4	6.7	
	소백나물콩	1.9	713.1	5.7	
	한남콩	1.8	706.2	6.6	
	명주나물콩	1.9	632.1	6.3	

사양토	전생육시기 10cm	태광콩	2.0	1290.0	10.1
		무한콩	2.1	1203.4	11.2
		소백나물콩	2.1	1047.2	9.7
		한남콩	2.0	807.9	7.9
		명주나물콩	2.0	851.3	6.8
	V4-V5 시기 10cm	태광콩	2.0	1729.7	11.9
		무한콩	2.2	1182.9	9.7
		소백나물콩	2.0	1003.1	8.1
		한남콩	1.9	620.3	7.0
		명주나물콩	2.0	1027.0	10.2
	전생육시기 50cm	태광콩	2.1	2347.0	16.2
		무한콩	2.2	2940.3	18.9
		소백나물콩	2.3	1881.7	14.4
		한남콩	2.1	2255.4	15.4
		명주나물콩	2.1	1566.7	11.8
	전생육시기 10cm 배토	태광콩	2.0	1870.0	14.2
		무한콩	2.2	2174.3	14.8
		소백나물콩	2.1	1187.8	8.0
		한남콩	2.0	1964.5	12.5
		명주나물콩	1.9	917.2	7.7
R1-R2 시기 10cm	태광콩	2.1	2271.0	14.5	
	무한콩	2.2	2325.9	18.7	
	소백나물콩	2.2	1412.1	13.0	
	한남콩	2.1	1367.5	9.6	
	명주나물콩	2.0	1442.1	11.4	
토성 (S)		*	ns	ns	
처리기간 (P)		**	**	*	
품종 (V)		**	**	**	
S X P		ns	*	ns	
S X V		ns	**	*	
P X V		ns	**	ns	
S X P X V		*	ns	ns	

*,** are significant at 0.05 and 0.01 level, respectively

V3생육기 이후의 지하수위 및 배토처리에 따른 생육조사결과는 표 6-1과 같다. 엽록소합량, 엽면적, 지상부건물중등이 품종이나 지하수위처리에 따른 차이는 고도의 유의성을 나타내었다. 토성에 따라서는 엽록소합량이 유의적인 차이가 인정되었고 품종이나 지하수위처리에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다.

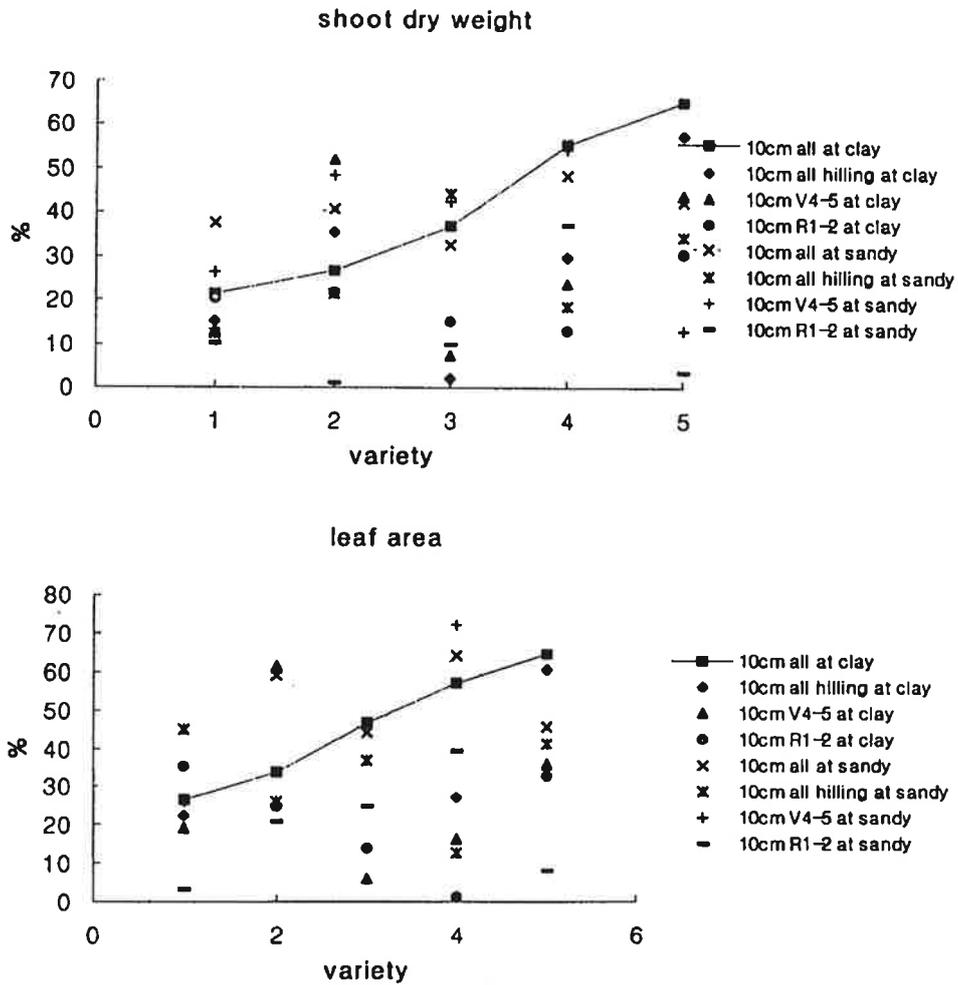


그림 6-1. 토성 및 지하수위 처리에 따른 R2-R3 시기의 생육 반응

* Y : [(50cm- 10cm(all, V4-5, R1-2, hilling)) / 50cm of growth characters] × 100

* X : 1 - Teakwangkong, 2 - Muhankong, 3 - Sobeaknamulkong, 4 - Hannamkong
5 - Mungjunamulkong

또한 엽록소함량은 토성 × 지하수위 처리기간 × 품종의 상호작용에서 유의적인 차이를 보이고 있으며, 엽면적은 토성과 품종의 상호작용과 지하수위 처리기간과 품종의 상호작용에서 고도의 유의적인 차이를 보이고 있고 토성과 처리기간의 상호작용에서도 유의성을 보이고 있다. 지상부건물중은 토성과 품종의 상호작용에서 유의적인 차이를 나타냈다.

그림 6-1은 R2-R3생육시기의 각 품종의 처리에 따른 엽면적, 지상부건물중의 감소경향을 상호비교하기 위하여 지하수위 10cm처리구와 지하수위 50cm처리구와의 차이를 나타낸 것이다. 수치가 0%에 가까울수록 지하수위 10cm처리구와 지하수위 50cm구와의 생육량의 차이가 없는 것으로 과습상태에서의 생육량저하가 적다는 것을 나타낸다.

엽록소 함량을 보면 지하수위 10cm 전생육기간처리구와 지하수위 50cm 처리구와의 비교에서 식양토에서는 한남콩 > 태광콩 > 명주나물콩 > 무한콩 > 소백나물콩의 순으로 차이가 나타났으며, 사양토에서는 한남콩 > 소백나물콩 > 무한콩 > 명주나물콩 > 태광콩의 순으로 나타났다(표 6-2). 따라서 한남콩이 V3기 이후 전생육기간 지하수위 10cm 처리시에 토성에 관계없이 엽록소함량 저하가 5품종 중 가장 심하다는 것을 나타내고 있다.

엽면적을 보면 지하수위 10cm 전생육기간처리구와 지하수위 50cm 처리구와의 비교에서 식양토에서는 태광콩 > 무한콩 > 소백나물콩 > 한남콩 > 명주나물콩 순으로 차이가 나타났으며, 사양토에서는 태광콩, 소백나물콩, 명주나물콩 등은 차이가 비슷하게 나타났으며, 한남콩과 명주나물콩의 차이가 큰 것으로 조사되었다. 태광콩은 토성과 관계없이 전생육기간 지하수위 10cm처리구에서 엽면적의 저하정도가 적은 것으로 나타났으며 한남콩은 가장 크게 엽면적이 저하되는 품종으로 나타났다.

지상부건물중은 전생육기간 지하수위 10cm 처리구와 지하수위 50cm처리구와의 비교에서 식양토에서는 태광콩 > 무한콩 > 소백나물콩 > 한남콩 > 명주나물콩 순으로 차이가 크게 나타났으며, 사양토에서는 소백나물

콩 > 태광콩 > 무한콩 > 명주나물콩 > 한남콩 순으로 차이가 나타났다.

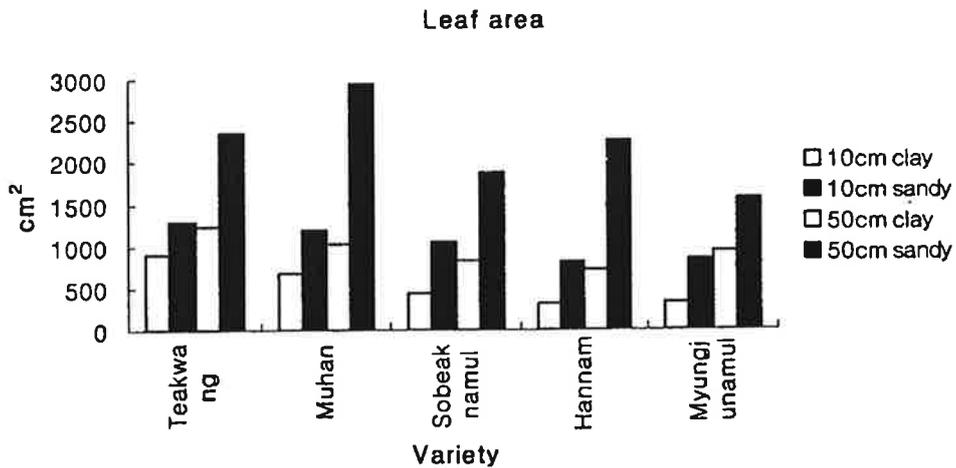
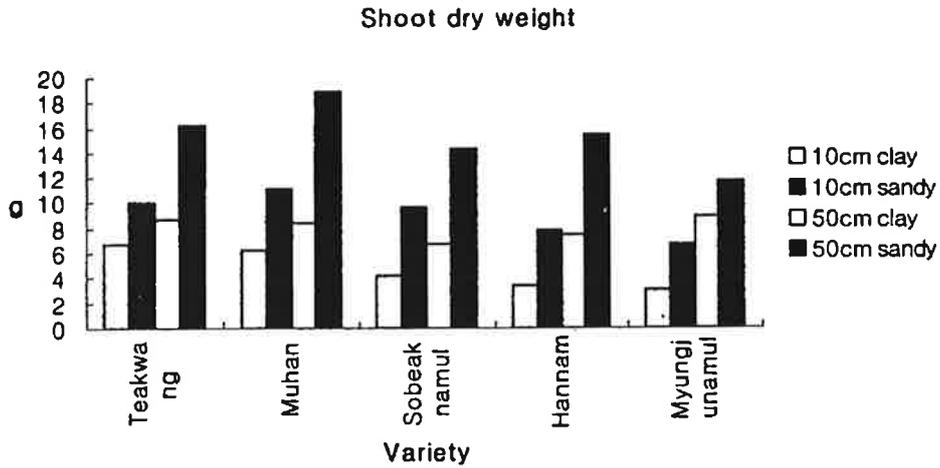


그림 6-2. 토성 및 지하수위 처리에 따른 R1-R2 시기의 생육 반응

그림 6-2는 토성에 따른 전생육기간 지하수위 10cm 처리구와 지하수위 50cm 처리구와의 지상부건물중과 엽면적을 나타낸 것이다.

1차년도에 습해에 강한 것으로 조사된 태광콩과 무한콩, 소백나물콩의

지상부건물중과 엽면적은 상대적으로 한남콩과 명주나물콩에 비하여 높은 것을 알 수 있다.

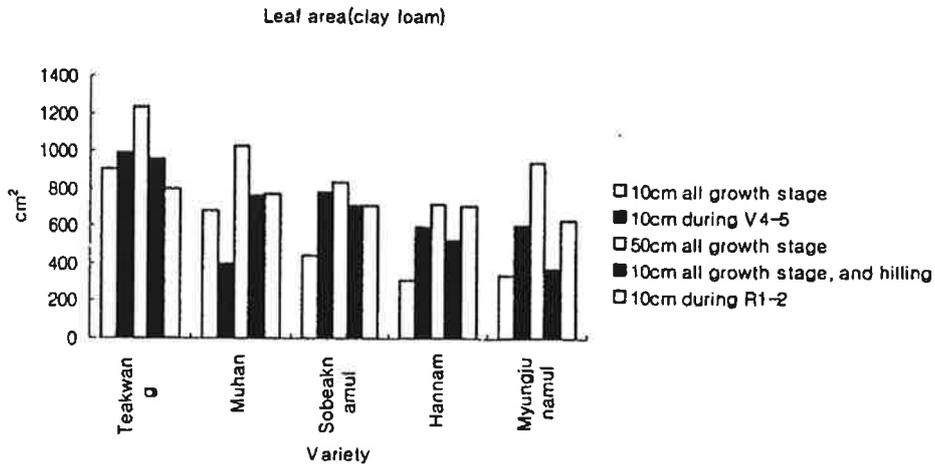
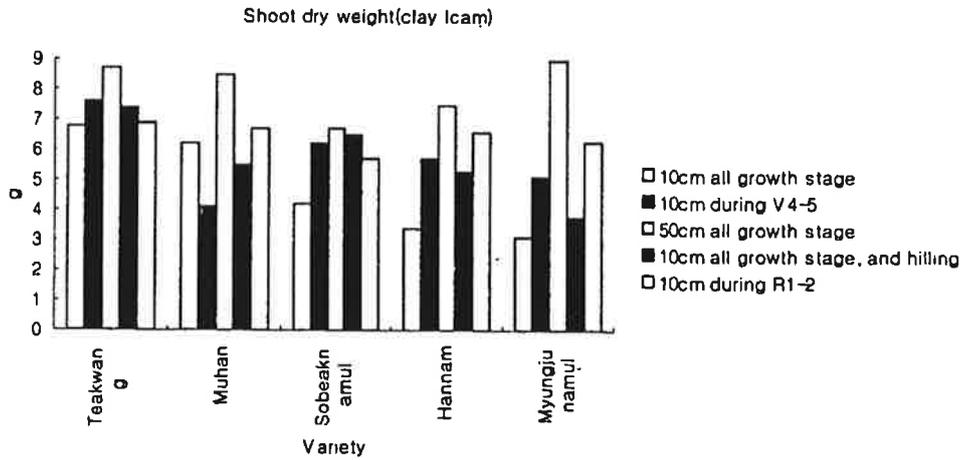


그림 6-3. 토성, 지하수위 및 배토처리에 따른 R1-R2 시기의 생육 반응

토성에 따른 지하수위처리와 배토처리에 따른 공시품종간 엽면적과 지

상부건물중은 그림6-3에서 보는 바와 같다.

품종간의 생육차이에서 지상부건물중은 식양토에서 태광콩과 소백나물콩이 처리에 따라 생육량의 저하정도가 적었으며, 식양토에서는 태광콩과 무한콩의 생육량 저하정도가 적었고 이들은 전반적으로 엽면적 및 지상부건물중이 다른 공시품종에 비하여 큰 경향을 보였다.

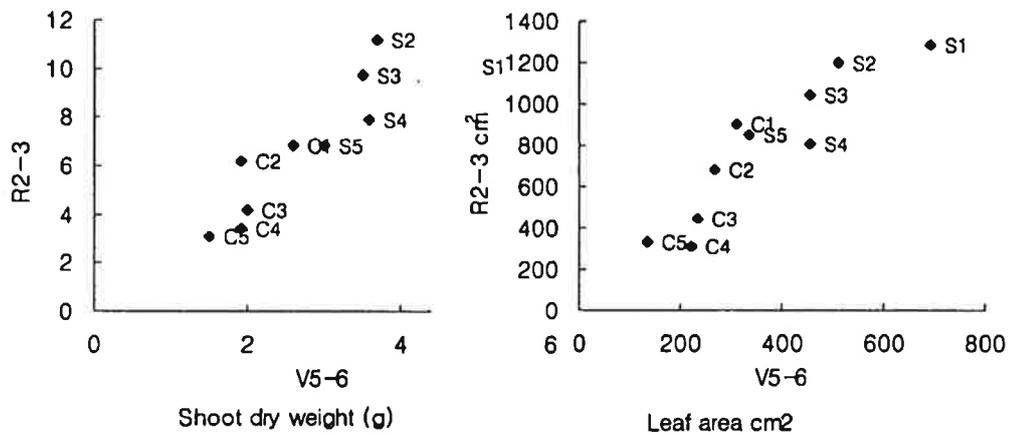


그림 6-4. 전생육기간 10 cm 지하수위 처리에 따른 V5-V6와 R2-R3 시기의 지상부 및 지하부 생육 반응

• S : sandy loam, C : clay loam, 1:Teakwangkong, 2:Muhankong, 3:Sobeaknamulkong, 4:Hanamkong, 5:Myungjunamulkong

그림6-4는 전생육기간 지하수위 10cm 처리구에서 V5-V6시기의 건물중과 엽면적 R2-R3시기의 건물중과 엽면적을 비교한 것이다. 태광콩은 조사시기와 토성에 관계없이 건물중과 엽면적이 높은 것으로 나타났으나 명주나물콩은 두 시기에 다 낮은 것으로 나타났다.

무한콩과 소백나물콩, 명주나물콩은 V5-V6시기의 건물중과 엽면적이 토성에 관계없이 비슷한 경향을 나타나고 있으나 R2-R3조사에서는 무한콩 > 소백나물콩 > 명주나물콩 순으로 건물중과 엽면적이 증가하는 경향을

보이고 있다.

V3기 이후에 전생육기간에 걸쳐 처리를 했으므로 내습성이 강한 것으로 조사되었던 태광콩은 생육초반과 후반에 전반적으로 지하수위처리에 따른 생육저하가 적은 것으로 나타났으며, 무한콩은 생육초기에는 생육량이 크지 않았으나 생육이 진전되면서 다른 공시품종보다 크게 나타났음을 보여주고 있다. 내습성이 약한 것으로 조사되었던 명주나물콩은 생육초반부터 후반까지 지하수위 처리에 대한 생육저하가 지속된 것으로 나타났으며 명주나물콩은 생육초반에는 생육이 좋았으나 습해가 지속됨에 따라 생육이 크게 떨어지는 것으로 나타났다.

지하수위 처리에 따른 뿌리혹의 개수와 건물중의 차이는 처리별로 잘 나타나지 않았으나 뿌리혹의 활력은 대조구가 가장 높았으며 전생육기간 지하수위 10cm 처리구가 가장 낮았다(표6-3).

품종에 따른 뿌리혹의 활력은 무한콩 > 태광콩 > 소백나물콩 > 한남콩 > 명주나물콩 순이었으며 한남콩과 명주나물콩은 대조구에 비하여 전생육기간 지하수위 처리구에서의 저하정도가 큰 것으로 나타났다.

내습성이 강하다고 조사된 태광콩, 무한콩, 소백나물콩은 지하수위처리에 따른 뿌리혹 활력이 40-48% 수준으로 저하되었으나 내습성이 약한 것으로 평가된 한남콩과 명주나물콩은 56-68%수준으로 뿌리혹의 활력이 저하되었다(표 6-3).

특히 명주나물콩은 V4-V5기의 지하수위처리에도 뿌리혹의 활력이 크게 떨어지는 것으로 나타났고 한남콩은 V4-V5기의 습해처리에는 활력이 크게 떨어지지 않았으나 전생육기간 지하수위 처리에서는 활력이 크게 저하되는 것으로 나타났다.

표 6-3. 지하수위 처리에 따른 뿌리혹 착생정도 및 질소고정능력

품종	지하수위처리			평균
	전생육시간 10cm	V4-V5 시기 10cm	대조	
뿌리혹수				
----- no. /개체 -----				
태광콩	188	396	412	332a
무한콩	244	514	388	382a
소백나물콩	427	402	330	386a
한남콩	175	356	387	306a
명주나물콩	201	157	206	188b
평균	247b	365a	345a	
뿌리혹 건물중				
----- g/개체 -----				
태광콩	1.7	2.2	1.6	1.8ab
무한콩	1.6	2.2	1.9	1.9a
소백나물콩	1.5	1.3	1.2	1.3bc
한남콩	1.2	1.8	1.5	1.5abc
명주나물콩	1.0	1.2	0.7	1.0c
평균	1.4a	1.7a	1.4a	
아세틸렌 화원 능력				
----- $\mu\text{mol} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{plant}^{-1}$ -----				
태광콩	12.68	16.00	21.01	16.56a
무한콩	12.98	17.19	23.48	17.88a
소백나물콩	10.29	14.00	19.67	14.65ab
한남콩	5.69	12.14	17.59	11.81bc
명주나물콩	6.45	8.37	14.46	9.76c
평균	9.62c	13.54b	19.24a	

1. 식물체는 40일 동안 4ℓ 포트에서 자란 후에 채취함
2. 행 안에서 동일 문자로 나타낸 것은 평균간에 5% LSD에서 유의차가 없음을 나타냄.

제7장 수위조절에 의한 생육시기별 지하부 지상부의 생육반응

제1절 서 설

수위조절에 의한 생육시기를 달리하여 단기 과습처리로 생육 및 수량에 미치는 영향을 검토하여 내습성 콩이 갖는 생리적 특성을 해명하고 내습성 콩을 선발하는데 기여 하고자 하였다. 본 시험에서는 생육초기 습해처리와 생육후기 습해처리를 하였을 때 지하부 및 지상부 생육량과의 관계에 미치는 영향이 품종별, 습해처리 시기별의 차이를 구명하여 영양생장시기의 습해와 생식 성장시기의 습해정도를 내습성품종과 내습성이 약한 품종간의 반응을 생육이 경과함에 따라 생육의 회복력을 표준구대비 습해지수로 비교검토하고 결과적으로는 종실수량과의 관계에서 내습성품종의 생리적 특성을 구명코저 하였다.

제2절 재료 및 방법

1. 공시품종

수위 조절에 따른 생육시기별 지하부 지상부의 생육반응을 조사하기 위하여 내습성품종으로 태광콩, 무한콩, 소백나물콩과 습해에 약한품종으로 한남콩, 명주나물콩을 선택하였다.

2. 처리내용

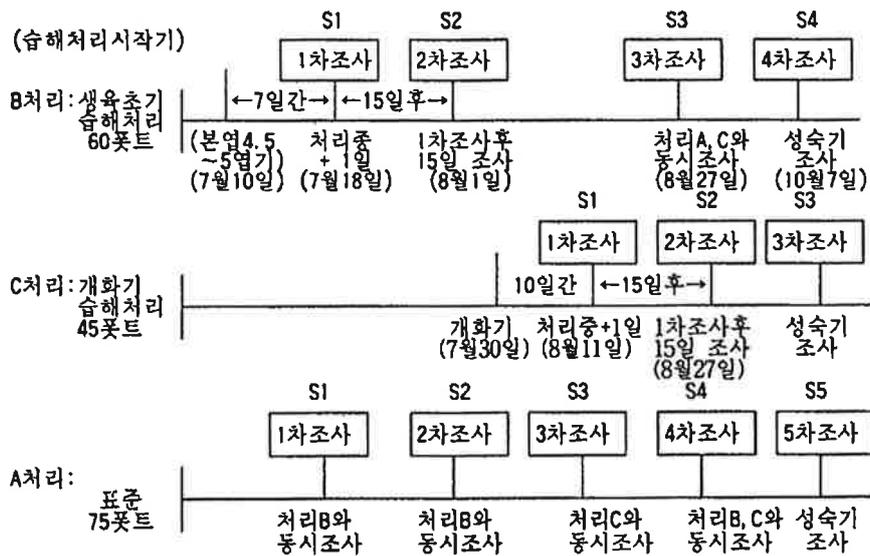
비가림시설을 설치하고 직경 20cm, 길이 55cm의 포트 180개를 제작하여 지하부조사를 용이하게 할 수 있게 모래, 보통흙, 피트모스를 4 : 4 : 2로 혼합한 상토를 조제하여 일정량을 넣고 6월 9일 3반복으로 파종하여 지하수위를 50cm로 유지하였다.

시험구는 표준구, 생육초기습해처리구, 생육후기습해처리구의 3개 처리구로 구성하고 습해처리는 포트 표토 위 1cm 높이로 담수처리 후 표준수위로 유지하였다.

지하부 및 지상부 생육조사는 표준구에 5회, 생육초기습해처리구에 4회, 생육습해처리구를 3회로 하고 지하부·지상부의 각 기관별로 조사하였다.

3. 처리별 습해처리 및 조사시기

처리별 습해처리 및 조사시기는 아래의 순서도와 같다.



제3절 결과 및 고찰

1. 처리별 주요 형질의 유의성 검정

본엽 4.5~5매시부터 7일간 습해처리를 완료하고 1일 후에 표준구와 같이 지하부와 지상부의 생육조사를 앞, 줄기, 뿌리, 근류, 근류수로 구분하여 조사하고 2차조사는 2주 후에 실시하였다. 표7-1에서 생육초기습해처리의

각기관별 생육량을 건물중으로 비교하여 보면 1차조사에서 표준재배에 비하여 습해처리구의 대부분의 생육량이 감소되었으나 줄기의 무게는 오히려 증가하였다. 즉, 표준구에 대한 습해처리구의 습해지수는 잎 72~90%, 줄기+엽병 101~129%, 뿌리 53~76%, 근류 5~17%, 근류수 25~36%로서 생육초기습해처리(7일간)기간의 과습장해는 토양산소부족으로 인한 뿌리신장의 장해, 호기성인 근류의 극심한피해로 지하부의 생육장해가 크다. 이와같은 결과중 내습성품종의 강약간의 반응은 1차조사에서는 큰 차이를 보이지 않았다.

표7-1. 습해처리에 따른 주요 형질의 분산분석표

요 인	엽면적	지상부 건물중	지하부 건물중	T/R율	근류중
습해처리시기(T)	****	****	****	****	****
(V)	**	****	****	**	*
T×V	ns	ns	ns	ns	ns
(S)	****	****	****	****	***
T×S	***	****	****	****	ns
V×S	ns	****	****	ns	ns
T×V×S	ns	ns	*	*	ns

2. 생육초기 습해처리 반응

여기에서 흥미로운 것은 영양생장이 왕성한 초기생육의 습해처리(7일간)가 줄기생장량이 감소하지 않은 것은 표준재배구는 정상적인 생리작용으로 양분의 통로인 줄기는 무기염류, 수분의 흡수기관으로서 뿌리와 탄수화물의 생산기관으로서의 잎과 결부되어 양자간의 물질전류를 담당하고 있다. 그러나 습해처리로 인한 뿌리의 양분·수분의 흡수 저해, 질소고정 능력의 저하로 광합성물의 전류·축적만이 이루어지고 생장이 둔화됨에 따라 줄기의 건물중이 오히려 증가 되었다고 생각된다(표7-2).

그러나 1차조사후 2주후의 2차조사의 결과를 보면 각 기관이 표준구에 비하여 생육회복력이 증대되면서 품종간의 차이를 보이고 있다. 표준구에

비하여 상대 생장율을 보면 위에있어서 내습성품종은 습해지수 72~92%, 약한품종은 55~67%, 줄기에 있어서는 내습성품종이 80~94%, 약한품종은 55~69%, 뿌리는 내습성품종이 87~101%, 약한품종이 57~72%정도의 회복력을 보였으며 또한 근류중이나 근류 수에 있어서도 같은 경향으로서 산소를 많이요구하는 근류의 회복력이 가장 낮은 경향이였다(표7-2).

생육초기 습해처리에 따라 1차조사(습해처리7일 완료후)때는 지상부 습해지수는 83~101%로 높았으나 지하부 건물중(뿌리+근류중)은 49~73%로 심하게 낮았다. 2주후에 제2차조사에서는 습해반응이 지상부에서 감소정도가 크고, 지하부는 회복력이 품종간에 차이를 보였으나 지상부보다는 지하부 피해가 심하였음을 나타냈다.

2차조사 결과에서와 같이 습해처리에 의한 지상부중이나 지하부중의 감소정도는 내습성이 약한 품종에서 크다는 것을 나타내고 있다.

표7-2. 생육초기습해처리의 각 기관별 생육반응(1,2차조사)

시험구	기관별	단위:건물중g/2개체									
		1차조사 (7월18일)					2차조사 (8월1일)				
		V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅
표준 (A)	잎	3.62	3.85	3.15	2.63	2.34	8.18	9.89	9.40	7.38	8.98
	줄기+엽병	2.11	2.17	1.60	1.30	1.39	7.63	8.73	7.36	7.08	8.47
	뿌리	2.14	2.63	2.57	1.75	1.53	7.31	8.82	7.62	7.53	6.84
	근류	0.20	0.30	0.18	0.09	0.06	1.22	1.62	1.12	1.12	0.89
	근류수	33	83	41	27	16	58	147	112	116	51
습해 처리 (B)	잎	2.60	3.47	2.69	1.91	1.81	7.49	7.69	6.75	4.97	4.96
	줄기+엽병	2.13	2.64	2.07	1.40	1.50	7.21	7.34	5.86	4.86	4.67
	뿌리	1.58	1.75	1.35	1.33	1.13	7.40	7.87	6.64	5.44	3.90
	근류	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.73	0.71	0.22	0.39	0.24
	근류수	12	22	14	9	4	26	56	31	36	14
습해 지수 (%)	잎	72	90	85	73	77	92	78	72	67	55
	줄기+엽병	101	122	129	107	108	94	84	80	69	55
	뿌리	74	67	53	76	74	101	89	87	72	57
	근류	5	7	6	11	17	60	44	20	35	27
	근류수	36	27	34	33	25	45	38	28	31	27

(주) o 습해처리시기 : 본엽4.5~5엽기, o 습해처리기간 : 7월10일~7월17일(7일간)
o 공시품종의 내습성정도 : - 내습성 강 : V1(태광콩), V2(무한콩), V3(소백나물콩)
- 내습성 약 : V4(한남콩), V5(명주나물콩)
o 습해처리방법 : 표토위 1cm담수, o 습해지수 : 습해처리구/표준구×100

또한 생육초기 습해처리의 지상부와 지하부중의 T/R비를 보면 7월 18일(1차)조사에서는 표준구에 비하여 크게 나타나 뿌리발육의 장애를 일으켰다는 것을 알 수 있으며 특히 V3(소백나물콩)품종이 T/R비가 낮았다. 그러나 1차조사후 14일(8월1일)에 조사치는 모든 품종이 회복되어 표준구와 거의 같은 수준의 T/R비를 나타냈으나 소백나물콩은 뿌리의 회복력이 낮은 경향을 보였다. 그리고 내습성이 약한 V5(명주나물콩)품종은 표준구에서나 습해처리구에서도 T/R비가 높아 지하부의 발육이 상대적으로 적다는 것이 특색이었다(표7-3).

표7-3. 생육초기 습해처리의 지상부와 지하부와의 관계(1,2차조사)

시험구	구분	1차조사(7월18일)					2차조사(8월1일)				
		V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅
표준 (A)	지상 부중 (gr/2개체)	5.73	6.02	4.75	3.93	3.73	15.81	18.63	16.76	14.46	17.45
	지하 부중 (gr/2개체)	2.35	2.93	2.75	1.84	1.57	8.53	10.45	8.75	8.65	7.73
	T/R비	2.43	2.05	1.72	2.16	2.38	1.85	1.78	1.92	1.67	2.26
습해 처리 (B)	지상 부중 (gr/2개체)	4.73	6.11	4.79	3.31	3.31	14.71	15.03	12.61	9.83	9.64
	지하 부중 (gr/2개체)	1.58	1.77	1.36	1.34	1.13	8.14	8.58	5.53	5.83	4.14
	T/R비	2.99	3.45	3.52	2.47	2.93	1.81	1.75	2.28	1.68	2.33
습해 지수 (%)	지상 부중	83	101	100	84	89	93	81	75	68	55
	지하 부중	67	60	49	73	72	95	82	63	67	54

3차조사시기는 8월27일로서 개화기후 약30일 내외, 이때가 되면 지상부의 건물중이 최대에 달하는 시기로서 품종간의 차이가 뚜렷하다. 전년도 비교적 내습성 품종으로 선발되었던 태광콩, 무한콩, 소백나물콩은 습해에 약한 한남콩, 명주나물콩에 비하여 지상부 및 지하부의 건물중이 많은

것이 특색이었다.

초기생육(제4.5~5본엽기)에 7일간 담수처리에 의한 습해반응정도는 1, 2차 조사시기보다 각 기관중 근류중과 근류수의 증가(회복력)가 매우 컸으며 지상부의 잎, 줄기+엽병은 표준구대비 상대생장률이 습해에 강·약 품종간에 큰 차이는 없는 반면, 성장량의 절대치가 표준구에서나 습해처리구에서 내습성품종인 태광콩, 무한콩, 소백나물콩이 습해에 약한 한남콩, 명주나물콩보다 40%이상이 많았다(표7-4).

성숙기(10월7일)에 조사된 건물중을 표7-4에서 보면 표준구대비습해처리구의 경중비는 내습성품종인 태광콩, 무한콩이 습해지수 91~98%, 습해에 약한 한남콩, 명주나물콩은 81%로 낮고 따라서 꼬투리중은 내습성 품종이 97~98%, 습해에 약한 품종은 72~74%로 낮아 습해에 강·약 품종간에 뚜렷한 차이를 보였다.

표7-4. 생육초기습해처리의 각 기관별 생육반응(3,4차조사)

단위:건물중g/2개체

시험구	기관별	3차조사 (8월27일)					4차조사 (10월7일, 성숙기)				
		V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅
표준 (A)	잎	26.4	32.0	27.3	17.7	14.8					
	줄기+엽병	31.8	34.2	29.4	18.7	18.4	17.4	22.0	13.0	12.8	10.3
	뿌리	21.5	25.9	24.8	13.4	12.6	27.2	31.0	24.5	14.5	14.8
	꼬투리	13.7	18.2	8.4	14.3	16.0	43.3	47.8	49.5	39.5	50.2
	근류	5.7	5.5	3.9	4.7	4.0					
	근류수	304	318	339	301	281					
습해 처리 (B)	잎	22.5	27.6	22.2	14.1	12.7					
	줄기+엽병	28.0	33.6	22.2	15.9	16.8	15.9	20.6	10.5	10.4	8.3
	뿌리	16.7	24.4	19.9	11.6	11.5	19.3	22.4	17.3	10.8	11.3
	꼬투리	6.3	10.7	4.6	9.6	11.5	42.8	46.6	35.9	29.4	36.5
	근류	4.7	3.9	3.2	3.0	2.6					
	근류수	273	315	317	252	280					
습해 지수 (%)	잎	85	86	81	79	85					
	줄기+엽병	88	98	76	89	91	91	94	81	81	81
	뿌리	78	94	80	86	91	71	72	71	74	76
	꼬투리	46	59	55	67	71	98	97	72	74	72
	근류	82	71	82	63	65					
	근류수	90	99	94	84	99					

표7-5에서 생육초기 습해처리가 전 생육기간의 경시적 각 기관에 미친 영향을 표준에 대비하여 종합적으로 보면 내습성이 강한 품종은 잎중, 줄기+엽병중, 근류중, 근류수, 꼬투리중등이 내습성이 약한 품종보다 감소율이 적었다. 반면 뿌리중은 감소율이 다소 높았으나 내습성이 약한 품종보다 절대 뿌리중이 80%내외가 더 무거운 것이 주요 특성이었다(표7-3).

표7-5. 생육초기 습해처리가 표준구대비 각 기관의 습해지수

기관별	조사 순차	내습성 강				내습성 약		
		V ₁	V ₂	V ₃	평균	V ₄	V ₅	평균
잎	1	72	90	85	82	73	77	76△
	2	92	78	72	83	67	55	61△
	3	85	86	81	84	79	85	82△
줄기+엽병	1	101	122	129	117	107	108	108△
	2	94	84	80	86	69	55	62△
	3	88	98	76	87△	89	91	90
	4	91	94	81	87	81	81	81△
뿌리	1	74	67	53	65△	76	74	75
	2	101	89	87	92	72	57	65△
	3	78	94	80	84△	86	91	89
	4	71	72	71	71△	74	76	75
근류	1	5	7	6	6△	11	17	14
	2	60	44	20	41	35	27	31△
	3	82	71	82	78	63	65	64△
근류수	1	36	27	34	32	33	25	29△
	2	45	38	28	37	31	27	29△
	3	90	99	94	94	84	99	92△
꼬투리	3	46	59	55	53△	67	71	69
	4	98	97	72	89	74	72	73△

△ : 내습성 강약품종 평균간 저감표시

- (주) 1차조사시기 : 7월18일
 2차조사시기 : 8월 1일
 3차조사시기 : 8월27일
 4차조사시기 : 10월 7일(성숙기)

표준구에 비하여 습해처리에 의한 각기관의 건물중 증감은 내습성이 강한 품종군이 내습성이 약한 품종군보다 습해 영향이 대체로 적을 뿐 아니라 각기관 모두가 절대 건물중이 월등하게 많았다.

한편 표7-6에서와 같이 지상부와 지하부로 구분 비교하여 보면 지상부에 있어서 표준구에 비하여 내습성이 강한 품종군 습해지수는 80~95%, 내습성이 약한 품종군은 62~87%, 지하부에서는 59~83%, 61~83% 로서 큰 차이가 없으나 전술한 바와 같이 절대 지상부중과 지하부중이 내습성이 강한 품종군에서 월등하게 건물중이 무거웠다(표7-4).

표7-6. 생육초기 습해처리가 표준구대비 지상부 및 지하부의 증감지수

구분	조사 순차	내습성 강				내습성 약		
		V ₁	V ₂	V ₃	평균	V ₄	V ₅	평균
지상부 (%)	1차	83	101	100	95	84	89	87△
	2차	93	81	75	83	68	55	62△
	3차	79	85	75	80	78	82	80
	4차	96	96	74	89	76	74	75△
지하부 (%)	1차	67	60	49	59△	73	72	73
	2차	95	82	63	80	67	54	61△
	3차	79	90	80	83	81	85	83
	4차	71	72	71	71△	74	76	75

△ : 내습성 강약품종 평균간 저감표시

3. 생육후기 습해처리반응

생육후기(개화기)에 풋드 표토위 1cm정도로 담수처리(10일간)하여 하위

엽이 황변하는 습해 발생시기에 다시 지하수위 50cm의 표준재배로 처리된 것이다. 10일간 과습처리에 의한 영향은 담수처리후 11일에 1차조사한 결과를 표7-7에서 보면 지상부, 지하부 건물중이 비교적 많은 V₁, V₂ 품종에서 잎중의 감소율이 14~20% 감소하였고 건물중이 비교적 적은 V₄, V₅ 품종에서는 4~5%가 감소하였다. 그러나 지하부의 뿌리는 V₁, V₂, V₃ 품종이 25~26%, V₄, V₅ 품종은 28~38%의 감소로 잎중보다는 뿌리중의 감소율이 크므로 이에 따라 양분·수분의 흡수능력이 저하될 것으로 보여진다. 특히 개화기에는 질소요구량이 가장 많은 생리적인 특성을 가지고 있는 시기이나 이때에 질소고정량을 증대시키는 근류가 10일간의 담수 습해처리로 95%이상이 사멸된다는 결과는 개화 결실에 중대한 역할을 하는 질소부족의 영향이 지상부 생육 및 결실에 지대한 영향을 미칠것으로 인정된다. 한편 줄기+엽병중이 표준에 비하여 증가된 것은 일시적인 습해처리로 인한 물질대사가 이루어지지 않고 일시 축적된 현상이라고 사료된다(표 7-7).

1차조사후 16일이 경과된 8월27일에 2차조사에서 습해처리구의 각 기관별 건물중을 보면 1차조사시기보다 모두 증가하였으나 표준구에 대비한 회복력은 크게 못미치고 있으나 근류수는 크게 증가하여 새로운 근류가 착생되고 있음을 알 수 있고 뚜렷한 것은 내습성이 강한 품종의 습해지수가 40~86% , 약한 품종은 34~35%의 큰 차이를 보여 내습성이 강한 품종에서 근류수가 크게 증가 되었음을 알 수 있었다. 또한 2차조사에서 꼬투리(협실)의 건물중도 내습성이 강한 품종 V₁ 34%, V₂ 32%를 보인 반면 내습성이 약한 품종 V₄ 27%, V₅ 27%로 낮았다.

개화기경이 되면 지상부나 지하부의 생육량이 최대에 도달하는 시기이므로 이때에 습해처리의 영향은 2차조사기(8월27일)까지는 지하부의 습해 회복력으로 볼 수 있는 습해지수가 47~66% 였고 지상부는 60~71%로 지하부가 낮은 것을 알 수 있었으나 품종간에 차이는 뚜렷하지 않았다.

표7-7. 생육후기습해처리의 각 기관별 생육반응(1,2차조사)

단위:건물중g/2개체

시험구	기관별	1차조사 (8월11일)					2차조사 (8월27일)				
		V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅
표준 (A)	잎	16.51	20.00	15.63	13.65	13.51	26.43	31.98	27.25	17.72	14.83
	줄기+엽병	17.55	19.26	15.59	13.98	13.89	31.84	34.18	29.44	18.67	18.39
	뿌리	13.75	13.43	10.74	12.01	10.38	21.46	25.91	24.80	13.40	12.57
	꼬투리	0.26	0.18	0.36	0.49	0.91	13.69	18.15	8.44	14.27	16.02
	근류	2.54	2.22	1.59	1.82	1.50	5.72	5.49	3.88	4.65	2.64
	근류수	159	180	229	224	77	304	318	339	301	281
습해 처리 (B)	잎	14.28	16.02	15.39	13.08	13.05	19.72	17.28	20.81	14.79	13.54
	줄기+엽병	19.54	20.70	19.15	18.15	18.36	26.92	27.89	26.21	16.40	23.68
	뿌리	10.18	10.10	8.11	8.73	6.46	17.37	14.98	13.22	10.00	10.22
	꼬투리	0.00	0.00	0.00	0.39	0.69	4.66	5.76	2.00	3.88	4.46
	근류	0.01	0.04	0.06	0.00	0.01	0.65	0.53	0.38	0.56	0.54
	근류수	1.00	8.66	24.33	0.00	2.00	164	275	137	104	95
습해 지수 (%)	잎	86	80	98	95	96	75	54	76	83	91
	줄기+엽병	111	107	122	129	132	85	82	89	87	87
	뿌리	74	75	75	72	62	81	58	53	74	81
	꼬투리	0	0	0	79	76	34	32	24	27	27
	근류	3.8	1.8	3.7	0.0	0.6	11	10	10	12	20
	근류수	0.6	4.8	10.6	0.0	2.5	54	86	40	35	34

(주) 습해처리시기 : 개화기

습해처리기간 : 7월30일~8월9일(10일간)

습해처리방법 : 표트위 1cm담수

공시품종의 내습성정도

- 내습성 강 : V₁(태광콩), V₂(무한콩), V₃(소백나물콩)
- 내습성 약 : V₄(한남콩), V₅(명주나물콩)

2차조사(8월27일)로부터 47일 후 3차조사(10월7일)시기인 성숙기에 도달하는 동안 습해 발생후 결실기간에 각 품종간 지하부 지상부의 내습성 기작에 의해 각 기관별 건물중이 최종 결정됨에 따른 내습성 특성연구의 결과는 표7-8과 같다.

콩의 영양생장량의 결과는 지상부의 줄기, 꼬투리중으로서 나타낼 수 있으며 최종 결론은 수량의 다소에 의해 내습성 정도가 결정될 수 있다.

그 결과 습해지수로 보면 분명하게도 품종간 차이가 인정된다. 즉 내습성이 강한 V₁, V₂, V₃ 품종은 74~77%, 내습성이 약한 V₄, V₅ 품종은 30~48%로서 개화기에 습해에 의한 품종간 차이가 인정되었다.

또한 지상부 지하부의 건물중이 많은 품종(V₁, V₂, V₃)이 건물중이 월등하게 적은(V₄, V₅)품종보다 종실수량이 많다는 것을 알 수 있다.

표7-8. 생육후기 습해처리의 각 기관별 생육반응(3차조사)

단위:건물중g/2개체

시 험 구	구 분	3차 조사 (10월7일:성숙기)				
		V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅
표준 (A)	줄 기	17.4	22.0	13.0	12.8	10.3
	뿌 리	27.2	31.0	24.5	14.5	14.8
	꼬투리	43.3	47.8	49.5	39.5	46.6
	종 실	29.1	25.8	33.2	24.8	36.1
습해처리 (B)	줄 기	15.8	15.0	12.4	8.1	16.7
	뿌 리	25.2	23.9	16.8	12.6	12.4
	꼬투리	34.9	35.2	36.8	18.3	17.8
	종 실	22.3	19.9	24.5	11.8	10.7
습해 지수 (%)	줄 기	91	68	95	63	65
	뿌 리	93	77	69	87	84
	꼬투리	81	74	74	46	38
	종 실	77	77	74	48	30

습해처리시기별로 각 형질을 8월 27일과 성숙기에 동시 조사된 성적은 표7-9와 같다. 8월 27일 조사성적은 생육초기습해처리보다는 후기 습해처리구에서 모든 형질들이 습해지수가 낮았으며 따라서 개화기 이후 생식생장기의 습해피해가 크다는 것이 인정되었다. 생육초기습해구에서 습해지수가 낮은 형질은 꼬투리>근류>잎>뿌리>줄기+엽병>근류수 순위였으나, 후기습해처리구에서는 근류>꼬투리>근류수>뿌리>잎>줄기+엽병 순위로 습해지수가 낮아 꼬투리와 근류중의 습해영향이 가장 컸다. 이러한 결과로부터 성숙기의 최종결과인 수량과 관련시켜보면 습해에 강한 태광콩, 무한콩

은 생육초기습해구에서 습해지수가 98, 99%로 표준구와 비슷한 수량을 보였고 습해에 약한 한남콩과 명주나물콩은 74, 77%로 낮았으나 후기습해처리구에서는 습해에 강한 태광콩, 무한콩은 77, 77%, 약한 한남콩, 명주나물콩은 48, 30%으로 치명적인 영향을 받아 품종간 차이가 매우 컸다. 따라서 생육초기 습해에 강한 품종이 후기습해에도 강하다는 결과였다(표7-10, 표7-11).

표7-9. 지상부·지하부의 생육반응 비교(8월27일 조사)

단위:건물중량/2개체

품종	습해 처리 시기	생육반응						지상부중	지하부중
		잎중	줄기중 +엽병중	뿌리중	근류중	근류수	꼬투리중		
태광콩	t1	26.4	31.8	21.5	5.7	304	13.7	72.0	27.2
	t2	22.5	28.0	16.7	4.7	273	6.3	56.8(79)	21.5(79)
	t3	19.7	26.9	17.4	0.7	164	4.7	51.3(71)	18.0(66)
무한콩	t1	32.0	34.2	25.9	5.5	318	18.2	84.3	31.4
	t2	27.6	33.6	24.4	3.9	315	10.7	78.8(93)	28.3(90)
	t3	17.3	27.9	15.0	0.5	275	5.8	50.9(60)	15.5(49)
소백 나물콩	t1	27.3	29.4	24.8	3.9	339	8.4	65.1	28.7
	t2	22.2	22.2	19.9	3.2	317	4.6	49.0(75)	23.1(80)
	t3	20.8	26.2	13.2	0.4	137	1.2	49.0(75)	13.6(47)
한남콩	t1	17.7	18.7	13.4	4.7	301	14.3	50.7	18.1
	t2	14.1	15.9	11.6	3.0	252	9.6	39.6(78)	14.6(80)
	t3	14.8	16.4	10.0	0.6	104	3.9	35.1(69)	10.6(58)
명주 나물콩	t1	14.8	18.4	12.6	2.6	281	16.0	47.0	13.6
	t2	12.7	16.8	11.5	2.6	280	11.5	40.5(86)	14.1(103)
	t3	13.5	16.1	10.22	0.5	95	4.5	34.1(72)	10.8(79)

(주) t1 : 표준(습해무처리)

t2 : 생육초기습해처리(본엽 4.5-5엽기처리 ~ 7일간)

t3 : 개화기습해처리(개화기처리 ~ 10일간)

()는 습해지수(습해처리구중/표준구중×100)

표7-10. 지상부·지하부의 생육반응비교

품종	습해처리시기	경장 (cm)	유효 절수 (개)	꼬투 리수 (개)	줄기중 (g/2개체)	뿌리중 (g/2개체)	종실중 (g/2개체)	종실 중 습해 지수
태광콩	t1	37.3	18.8	50.5	17.4	27.2	29.1	-
	t2	43.1	23.6	57.6	15.9	19.4	28.5	98
	t3	47.3	22.6	50.0	15.8	25.2	22.3	77
무한콩	t1	74.2	34.8	46.0	22.0	31.0	25.8	-
	t2	82.2	37.8	46.6	20.6	22.4	25.6	99
	t3	76.8	32.8	42.1	15.0	23.9	19.9	77
소백 나물콩	t1	33.6	34.6	89.5	13.0	24.5	33.2	-
	t2	35.8	26.0	71.7	10.5	17.3	24.4	73
	t3	33.6	24.1	54.6	12.4	16.8	24.5	74
한남콩	t1	58.6	33.3	60.1	12.8	14.5	24.8	-
	t2	83.1	31.6	61.8	10.4	10.8	18.4	74
	t3	64.6	22.0	27.1	8.1	12.6	11.8	48
명주 나물콩	t1	39.5	35.5	75.0	10.3	14.8	32.5	-
	t2	40.7	23.1	73.1	8.3	11.3	25.2	77
	t3	46.5	19.4	32.5	6.7	12.4	10.7	33

(주) 습해지수 : 습해처리종실중/표준구종실중×100

표7-11. 습해처리시기별 습해지수 비교

습해처리시기	기관별	8월 27일 조사					성숙기 조사				
		V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅
생육초기 습해	잎	85	86	81	79	85					
	줄기+엽병	88	98	76	89	91	91	94	81	81	81
	뿌리	78	94	80	86	91	71	72	71	74	76
	꼬투리	46	59	55	67	71	98	97	72	74	72
	근류	82	71	82	63	65					
	근류수	90	99	94	84	99					
	수량						98	99	73	74	77
생육후기 습해	잎	75	54	76	83	91					
	줄기+엽병	85	82	89	87	87	91	68	95	63	65
	뿌리	81	58	53	74	81	93	77	69	87	84
	꼬투리	34	32	24	27	27	81	74	74	46	38
	근류	11	10	10	12	20					
	근류수	54	86	40	35	34					
	수량						77	77	74	48	33

(주) 습해지수 : 습해구형질/표준구형질 × 100

생육시기별 단기 과습처리에 따라 분명히 뿌리의 생장량이 떨어진다는 것을 그림7-1에 의하여 잘 나타내고 있다. 또한 품종간의 차이도 크게 나타나고 있다. 습해발생은 지속적인 장마와 또는 배수불량한 토양에서는 1

차적으로 뿌리의 활력이 떨어질뿐아니라 산소부족에 의한 근류수의 감소와 근류균의 활력저하로 질소고정 활성이 떨어져서 지상부생육에는 토양수분 환경이 대단히 중요하게 작용한다. 습해처리별 지하부 성장량과 지상부 성장량은 고도의 상관관계가 있다는 것은 내습성 품종의 선발 또는 보급품종은 뿌리의 발육 또는 부정근의 발생량이 양호한 품종으로 전체 뿌리중이 많은 특성을 갖는 품종선발이 요구되며 내습성이 강한 태광콩, 무한콩, 소백나물콩은 내습성이 약한 한남콩, 명주나물콩보다 지하부·지상부중이 훨씬 많은 것을 알 수 있었다.

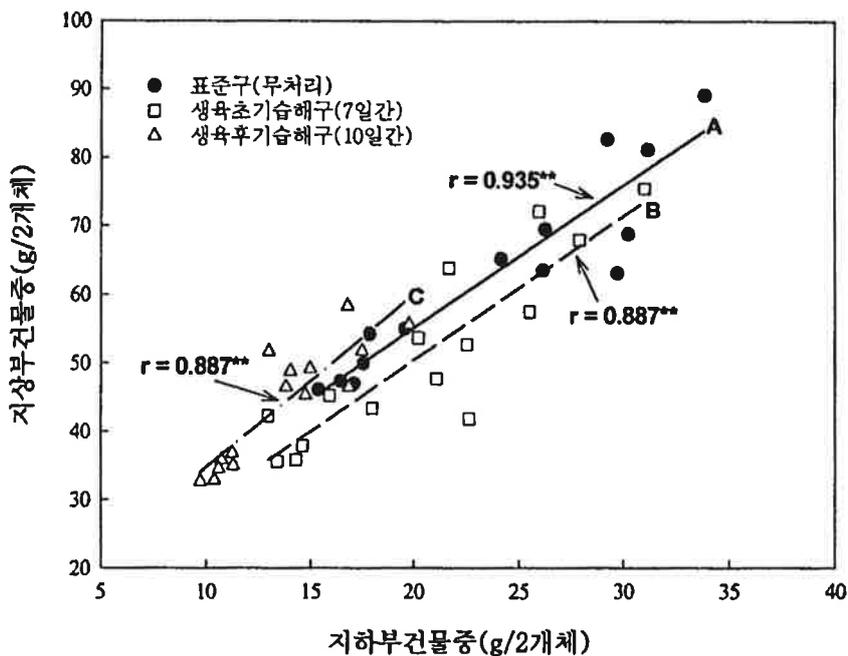


그림7-1. 습해처리시기별 지하부, 지상부의 건물중과의 관계 (8월 27일 조사)

그림7-2에서와 같이 콩은 일정기간 단기과습상태로 경과시켜 습해장해를 주었을 때 생육초기습해처리구나 개화기습해처리구에서 다같이 수량은 떨어지나, 그 영향이 나타나는 정도는 과습상태가 되는 식물체의 생육시기에 따라 다르다. 식물체가 과습상태에 노출 되면 근부에 장해를 일으키는 것은 많은 전작물에서 인정되고 있다. 본 실험에서도 콩을 과습상태에 두면 우선 근부의 생장이 정상적이 아니기 때문에 따라서 지상부의 생육도 억제되어 결실이 나쁘게 되는 것으로 생각된다.

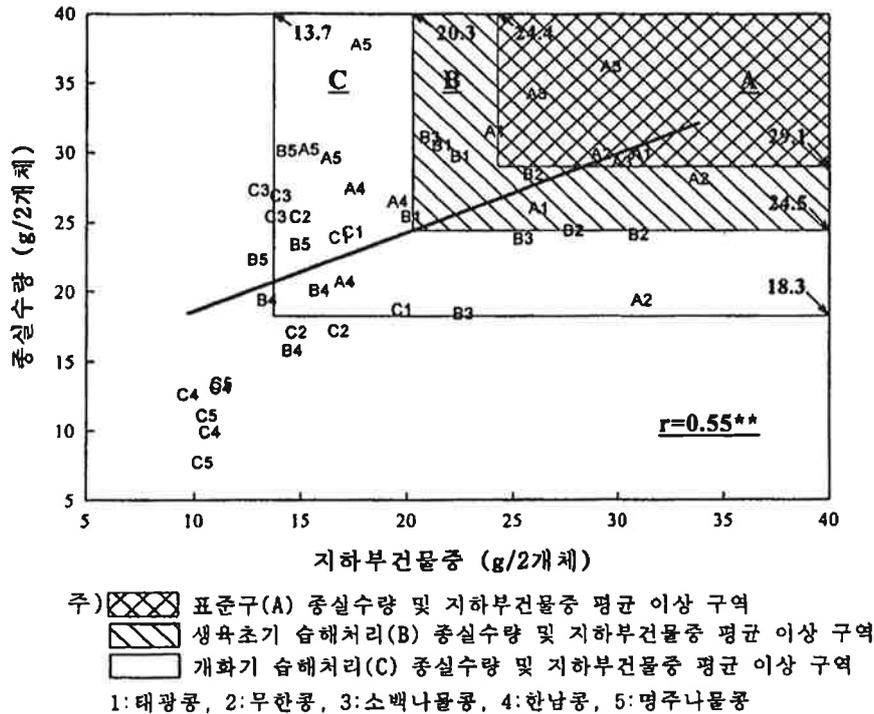


그림7-2. 지하부건물중과 종실수량과의 관계(8월27일 조사)

그러므로 식물체의 생육수량에 가장 나쁜 영향을 준 것은 개화기 과습구(C)로서 지하부건물중도 떨어지고 따라서 종실수량도 감소하였다. 생육

초기 과습구(B)의 경우에는 과습처리후 지하부의 회복력이 높게 경과하여 영양생장이 거의 끝난 개화기 과습구보다 종실감소율이 적은 것으로 나타났다.

중요한 것은 품종간의 내습성의 차이가 과습처리시기별로 나타나는 반응을 보면 생육초기습해처리구(B)에서 종실수량은 태광콩(B1), 무한콩(B2), 소백나물콩(B3)이 대체로 평균수량치 이상이었으나 한남콩(B4), 명주나물콩(B5)은 낮은 수량치를 보여 내습성이 약한 품종이라고 판단되었다.

한편 개화기 습해처리구(C)에서는 태광콩(C1), 소백나물콩(C3)은 평균수량치 이상으로 내습성을 보였고 무한콩(C2)은 내습성 중, 그리고 한남콩(C4), 명주나물콩(C5)은 수량이 낮아 내습성이 약한 품종으로 판단되었다. 따라서 내습성품종은 지하부건물중이 많은 경향이었으며 또한 내습성정도는 양시기의 습해처리에서도 같은 반응의 경향을 나타내고 있었으나 내습성이 강하다고 인정된 무한콩은 비교적 불안정한 품종이었다.

그러므로 인위적 습해처리에 의한 내습성 품종의 선발은 생육초기나 개화기의 어느시기에도 가능할것으로 인정된다.

그림7-3의 T/R(지상부중/지하부중)율과 수량과의 관계를 보면 표준구(A)는 T/R율이 상대적으로 낮으면서 종실수량이 높았으나 생육후기습해처리구(C)는 T/R율이 상대적으로 높으면서 종실수량이 낮아 지상부의 생육보다 뿌리의 건물중이 적기 때문이다. 생육초기 습해처리구(B)는 중간정도보다 약간 높은 경향을 보여 생육후기 습해처리구에서 뿌리의 노화가 빠르고 따라서 수량감소율이 크다는 것을 알 수 있었다.

따라서 품종간의 내습성 정도의 차이를 C처리구에서 보면 1(태광콩), 2(무한콩), 3(소백나물콩)품종이 강하고, 4(한남콩), 5(명주나물콩)품종은 약하다는 것을 알 수 있었다.

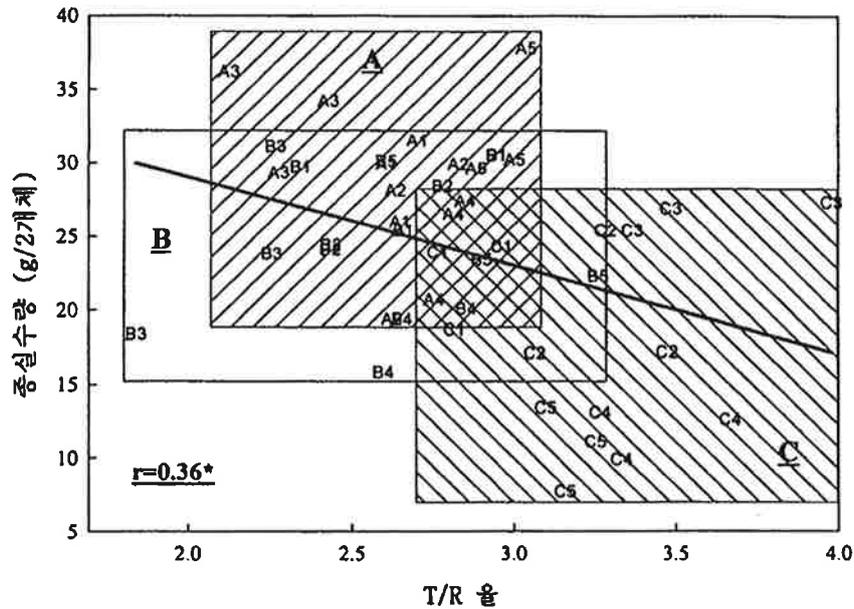


그림7-3. T/R율과 중실수량과의 관계(8월27일 조사)

T/R율과 건물중과의 관계를 그림7-4에서 보면 표준구나 생육초기습해에서는 지상부, 지하부 건물중의 품종간 변이와 T/R율의 변이가 같은 양상을 보이고 있으나 습해에 약한 한남콩과 명주나물콩의 지상부·지하부 건물중이 가장 낮았다. 개화기습해에 있어서는 T/R율이 태광콩을 제외하고는 모두 높게 나타나 뿌리생육이 크게 장애를 받았다는 것을 알 수 있다.

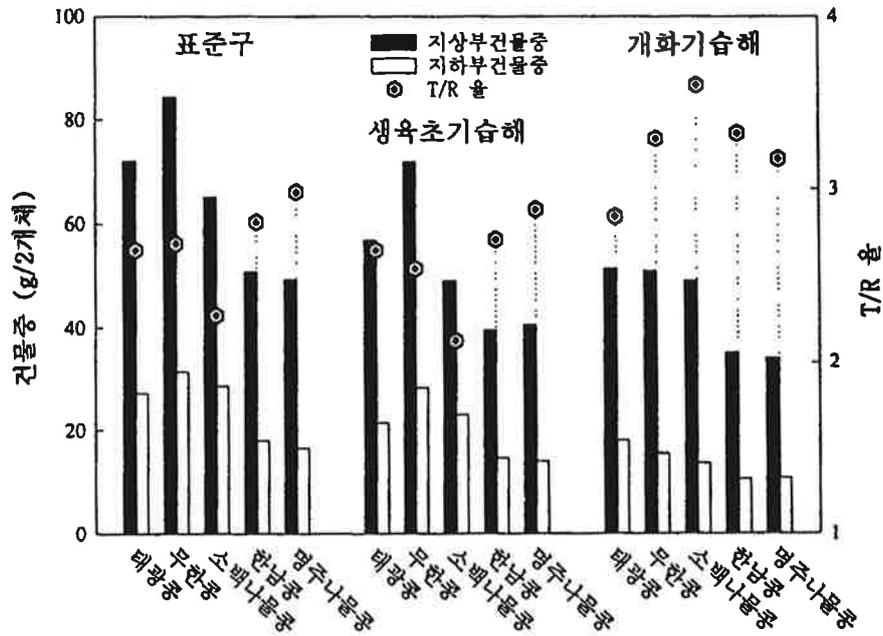


그림7-4. 습해처리시기에 따른 지하부·지상부 건물중과 T/R율과의 관계 (8월27일 조사)

이상의 습해생리특성에서 밝혀진 바와 같이 생육초기습해처리에서 내습성이 강한 품종이 개화기습해처리에서도 상대적으로 강한 반응을 보였으며 내습성 품종은 기본적으로 생육량이 비교적 많고 T/R율이 상대적으로 낮은 것이 특색이었다.

제8장 내습성 콩 품종의 탄수화물 물질 분포에 관한 연구

제1절 서 설

토양수분의 영향은 건조, 과습에 따라 처리기간 중에 함수율이나 양분 흡수량이 저하 될 것으로 보며 그것은 뿌리 기능의 저하에서 온다고 본다.

급속한 과습이 콩생육에 미치는 나쁜 영향은 여러 비료요소의 흡수저해로 각종 양분 흡수에 관계하여 악영향을 초래할 것으로 생각된다. 따라서 광합성 작용에 큰 저해요인이 될 것이며 광합성으로 만들어지는 당함량의 변화도 클 것으로 본다.

본시험에서는 습해에 강하다고 인정된 태광콩과 습해에 약한 한남콩을 공시하여 표준구와 습해처리시기를 3생육기(V5, R2, R5)에 각각 10일간, 7일간, 7일간의 과습처리로 습해를 주었을 때 탄수화물 중 전당, sucrose, fructose 등을 생육경과에 따라 각 기관별로 함유율을 조사하고, 품종간 차이를 구명하여 내습성 강·약 품종의 특성을 밝히고자 하였다.

제2절 재료 및 방법

1. 공시품종

습해에 따른 내습성 및 감습성 품종 내에서의 탄수화물 종류별 물질분포의 차이를 조사하기 위하여 본 실험에서는 태광콩(습해 강), 한남콩(습해 약) 두 품종을 공시품종으로 선택하였다.

2. 지하수위

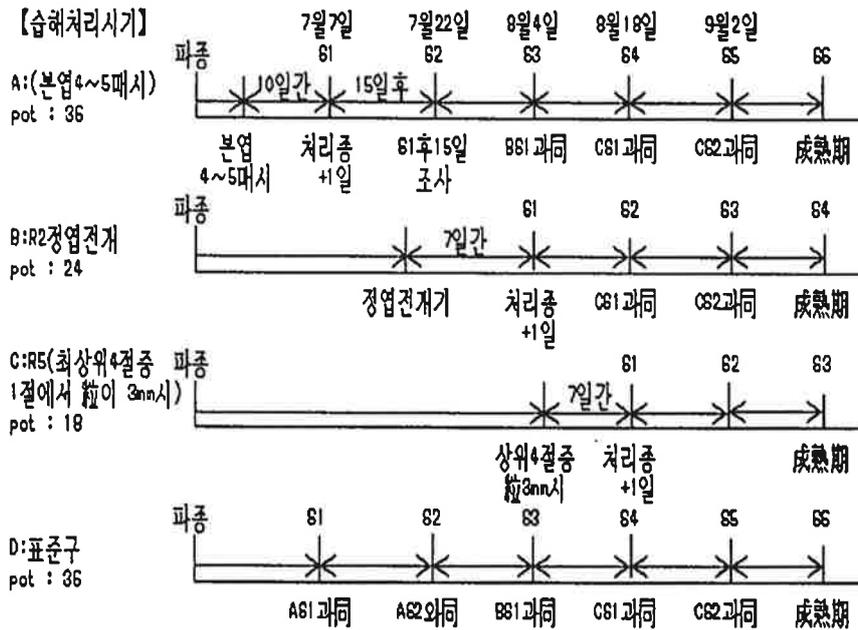
지하수위는 표준구를 50cm로 하고, 답수처리구는 지표위 5~10cm되도록 처리하였다.

3. 과습처리시작기

과습처리는 본엽 4~5매시(V5), 정엽전개기(R2), 종실비대기(R5)의 세 시기에 실시하였으며 표준구를 두어 결과를 비교하였다.

4. 조사시기

조사는 다음의 흐름도에서 알 수 있는 바와 같이 S1, S2, S3, S4, S5, S6의 여섯 단계에 실시하였다.



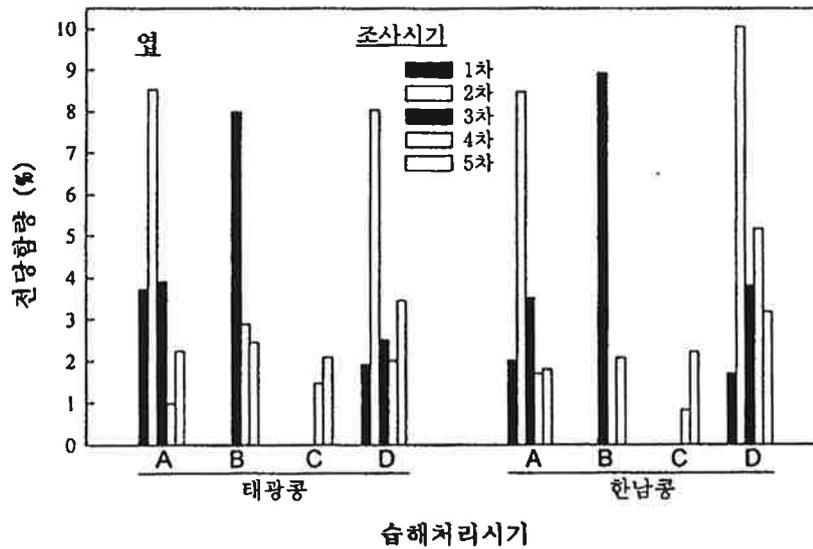
5. 조사항목

습해 처리에 따른 식물체 부위별 탄수화물 종류의 경시적인 변화를 추적하였으며, 아울러 식물체 부위별로 건물중의 변화량도 추적조사하였다.

제3절 결과 및 고찰

1. 엽

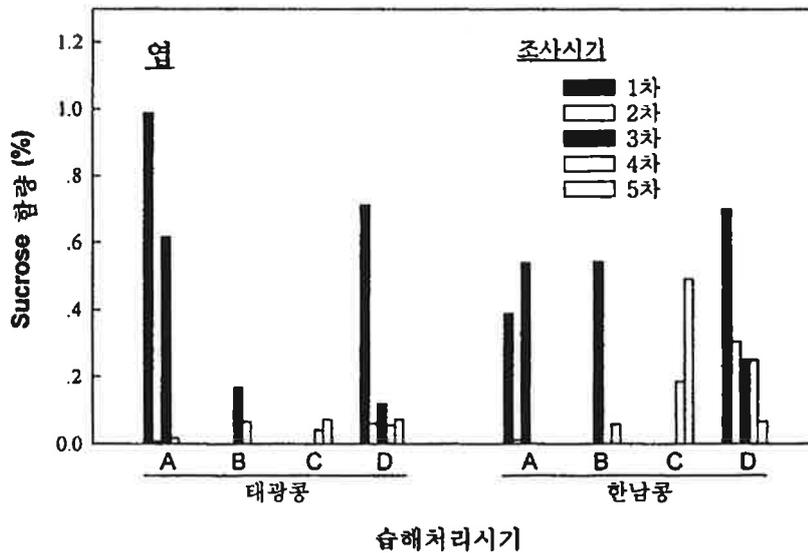
엽에서의 과습처리에 따른 전당함량의 변화는 태광콩, 한남콩 모두 본엽 4~5매시 처리를 했을 경우 처리 후 일시적인 증가를 보였으나 그 후 감소하였으며 개화기(정엽전개기)처리의 경우에도 같은 경향이였다. 그러나 표준구와 대비하였을 때 그 증가폭이 개화기 처리의 경우 훨씬 큰 것으로 보아 개화기의 과습으로 인한 양분전류의 일시적 저해가 콩 생육에 영향을 미칠 것으로 생각되며 종실비대시 처리의 함량 감소는 엽에서의 광합성저해와 줄기로의 양분 이동에 따른 결과로 생각된다(그림8-1).



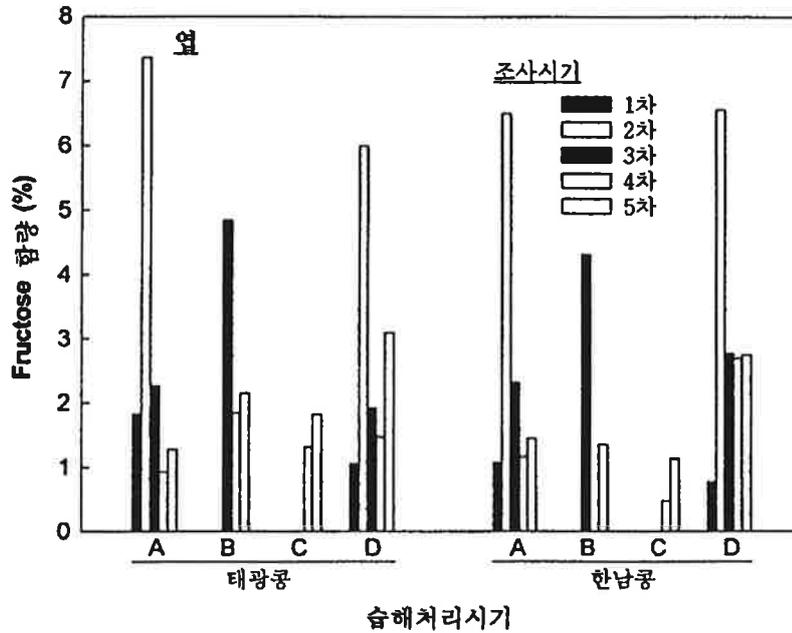
주) A:본엽4~5매시부터 10일간 과습처리, B:정엽전개기부터 7일간 과습처리
C:종실비대초기부터 7일간 과습처리, D:표준구

그림8-1. 습해처리시기에 따른 엽의 전당함량의 변화

엽에서의 sucrose의 함량변화는 태광콩과 한남콩간 다소 차이가 있었다(그림8-2). 태광콩에서는 본엽 4~5매시 처리구에서 일시적 증가 현상이 있었으나 그 후 감소하는 경향이었으며 개화기와 종실비대시 처리구에서는 표준구와 큰 변화가 없었다. 반면 한남콩의 경우 개화기의 과습처리시 민감하게 반응하였으며 종실비대시 처리의 경우 처리중 15일 후에는 표준구보다 훨씬 많은 함량을 보유하고 있는 것으로 보아 과습에 따른 동화산물의 전류가 많은 지장을 받는 것으로 판단된다. fructose의 경우도 sucrose의 함량변화와 비슷한 경향이었다(그림8-3).



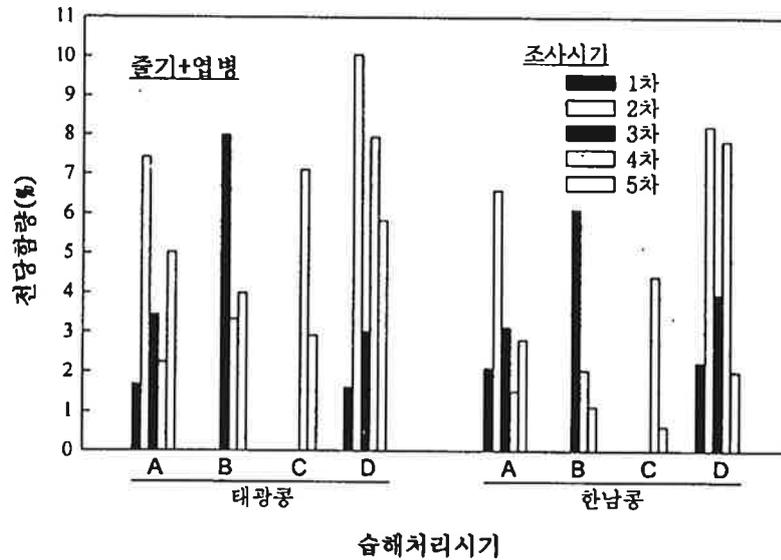
주) A, B, C, D는 그림8-1과 동
 그림8-2. 습해처리시기에 따른 엽의 Sucrose함량의 변화



주) A, B, C, D는 그림8-1과 동
 그림8-3. 습해처리시기에 따른 엽의 Fructose함량의 변화

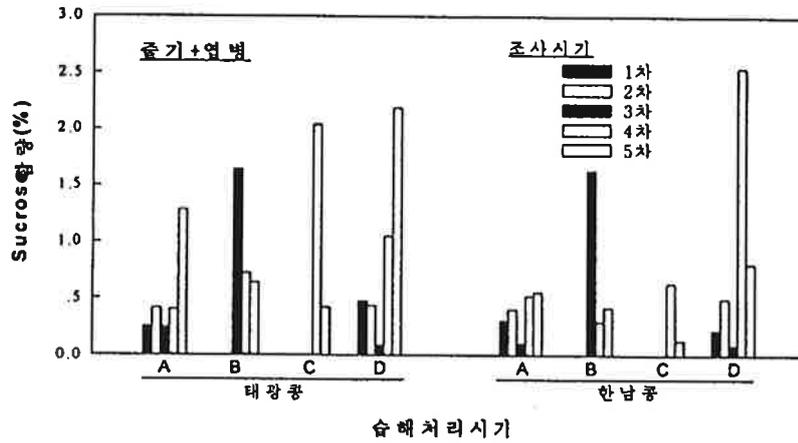
2. 줄기+엽병

줄기+엽병의 전당함량은 엽에서와 마찬가지로 태광콩, 한남콩 모두 개화기(정엽전개기)처리의 경우 과습에 의한 전당의 축적율이 일시적으로 높아지면서 급격히 증가하였다. 본엽4~5매 시기와 종실비대기의 과습처리에서는 표준구와 큰 차이가 없었다(그림8-4).

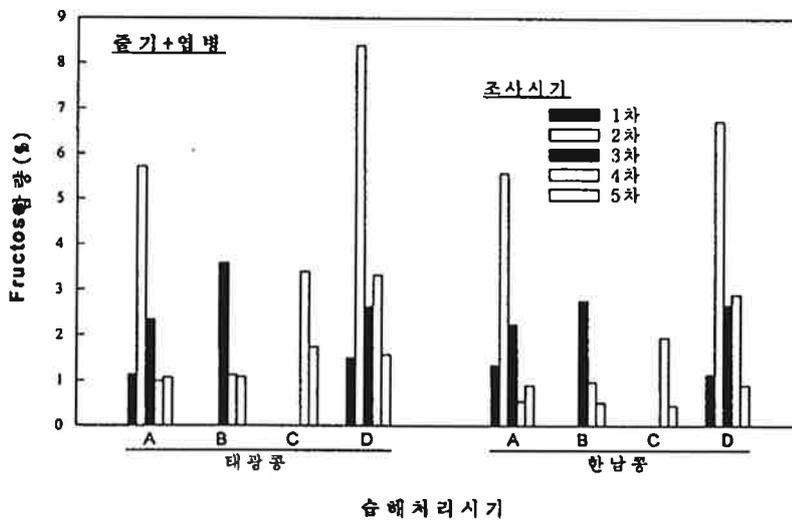


주) A, B, C, D는 그림8-1과 동
 그림8-4. 습해처리시기에 따른 줄기+엽병의 전당함량의 변화

sucrose 와 fructose의 함량은 태광콩, 한남콩 모두 개화기(정엽전개기) 과습처리시 일시적으로 증가한 후 감소하는 경향이었으며 태광콩의 경우 엽에서와는 다르게 종실비대시의 과습처리구에서 sucrose의 함량이 일시적으로 증가하였으며 이는 엽의 동화산물이 줄기로 많이 이동한 결과로 판단된다. 한편 한남콩의 경우 종실비대시 과습처리구의 sucrose함량이 표준구에 비해 낮은 것으로 보아, 엽으로 부터의 동화산물전류가 저해되는 것으로 생각되며 따라서 종실수량에도 영향을 미칠 것으로 생각된다(그림8-5, 8-6).



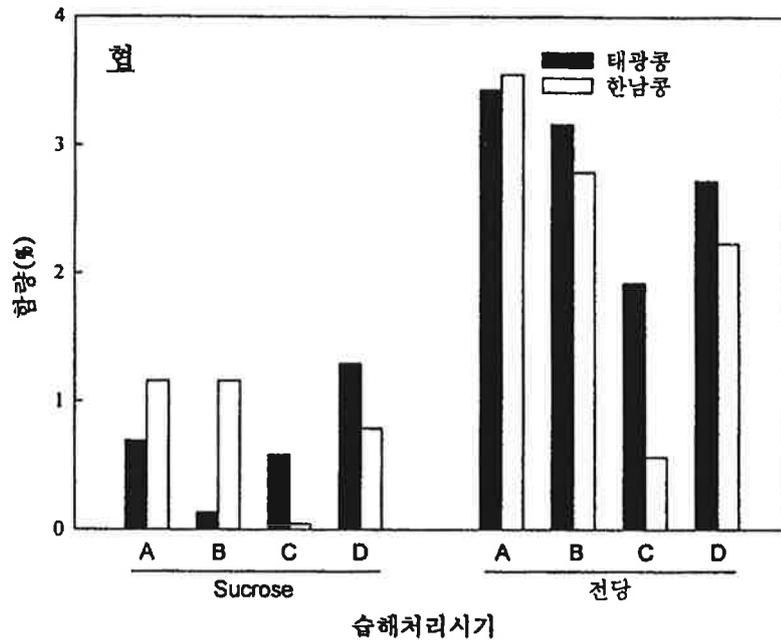
주) A, B, C, D는 그림8-1과 동
 그림8-5. 습해처리시기에 따른 줄기+엽병의 Sucrose함량의 변화



주) A, B, C, D는 그림8-1과 동
 그림8-6. 습해처리시기에 따른 줄기+엽병의 Fructose함량의 변화

3. 협

중실비대기의 협의 전당함량은 생육초기(본엽4~5매)와 개화기 과습처리의 경우 모두 표준구보다 높았으며 이는 영양생장기의 과습으로 인하여 생육이 표준구보다 빨라짐에 따라 협비대 및 중실비대의 진전이 빠른데 기인하는 것으로 판단되며 중실비대시의 과습처리의 경우 한남콩에서 전당함량이 낮은 것은 엽이나 줄기로 부터의 양분전류가 저해되는 이유로 판단되었다(그림8-7).



주) A, B, C, D는 그림8-1과 동

그림8-7. 습해처리시기에 따른 협의 전당 및 sucrose 함량의 변화

4. 습해처리에 따른 생육기간중 전당함량의 변화

광합성에 의해 생성된 당의 일부는 그대로 식물체내에 축적되나 그외의 것은 다른 물질로 변하여 간다. 식물체로 구성하는 유기화합물의 대부분이 결국 광합성으로 만들어진 당으로부터 이루어지기 때문에 식물체의 성분으로서 양적으로 가장 많은 전분 및 세포벽물질은 화학적으로 당과는 극히 가까운 물질이다. 광합성으로 만들어지는 당을 기본으로 하여 식물체를 만들어가기 때문에 광합성기관인 엽과 뿌리의 활력이 광합성과 밀접한 관계가 있다고 보는 것이다.

표8-1. 습해처리시기에 따른 전생육기간중 엽의 전당함량(%)의 변화

습해처리 시작기	품 종	조 사 시 기				
		1차(7/7)	2차(7/22)	3차(8/4)	4차(8/18)	5차(9/2)
본엽4~5매시 (V5)	태광콩	3.7	8.5	3.9	1.0	2.2
	한남콩	2.0	8.5	3.5	1.7	1.8
	평 균	2.9a	8.5	3.7b	1.4b	2.0b
정엽전개기 (R2)	태광콩			8.0	2.9	2.4
	한남콩			8.9	-	2.1
	평 균			8.5a	-	2.3b
협비대시 (R5)	태광콩				1.5	2.1
	한남콩				0.8	2.2
	평 균				1.2b	2.2b
표준구	태광콩	1.9	8.0	2.5	2.0	3.6
	한남콩	1.7	10.1	3.8	5.2	3.2
	평 균	1.8b	9.1	3.2b	3.6a	3.4a
품종평균	태광콩	2.8a	8.3	4.8	1.8	2.6
	한남콩	1.9b	9.3	5.4	2.6	2.3

주) 조사시기의 ()내는 조사월일

표8-1에서 습해처리시기에 따른 품종간 엽의 전당함량을 비교하여보면 본엽 4~5매시의 초기생육습해처리구에서는 1차조사에서 표준구보다 습해처리구가 전당함량이 많았으나 4차, 5차조사에서는 표준구보다 유의하게 적게 경과하였다. 그것은 습해로 인한 뿌리의 흡수능력저하로 조기에 엽의 노화가 진행되어 광합성량의 감소로 생각된다. 이러한 경향은 정엽전개기(개화기)나 협비대시 습해처리구에서도 표준구에 비하여 전당함량이 감소하였다.

특이한 것은 초기와 정엽전개기의 습해처리직후의 전당함량은 일시적으로 증가하였다. 그후 감소하는 경향을 나타내는 것은 축적된 당이 뿌리습해로 인해 식물체를 구성하기 위한 전류가 원활하게 이루어지지 못한 원인으로 생각된다.

한편 9월2일(5차조사) 최종조사의 전당함량을 습해처리시기별로 품종간 차이를 보면 대체로 한남콩보다 태광콩이 전당함량이 많았다.

표8-2에서 줄기+엽병의 전당함량을 습해처리시기별로 보면 생육경과에 따른 전당함량변화의 양상이 대체로 엽과 같았으며 9월2일(5차조사) 최종조사치를 보면 협비대시 습해처리구에서 전당함량이 가장 낮았으며, 2차, 3차, 4차, 5차조사에서의 품종간 차이를 보면 표준구에서 태광콩이 한남콩보다 전당함량이 3.5%나 높은 특성과 같이 각 습해처리시기에서도 월등하게 높은 경향을 보였다. 즉, 내습성이 강한 태광콩이 내습성이 약한 한남콩보다 엽이나 줄기+엽병에서 대체로 높게 경과하여 광합성에 의한 물질생산면에서 유리한 품종으로 인정되었다.

표8-2. 습해처리시기에 따른 전생육기간중 줄기+엽병의 전당함량(%)의 변화

습해처리 시작기	품 종	조 사 시 기				
		1차(7/7)	2차(7/22)	3차(8/4)	4차(8/18)	5차(9/2)
본엽4~5매시 (V5)	태광콩	1.7	7.4	3.4	2.3	5.0
	한남콩	2.1	6.6	3.1	1.5	2.8
	평 균	1.9	7.0b	3.3b	1.9c	3.9a
정엽전개기 (R2)	태광콩			8.0	3.3	4.0
	한남콩			7.0	2.0	1.1
	평 균			7.5a	2.7c	2.6b
협비대시 (R5)	태광콩				7.1	2.9
	한남콩				4.1	0.6
	평 균				5.6b	1.8c
표준구	태광콩	2.1	10.1	3.0	7.9	5.5
	한남콩	1.9	8.2	4.0	7.9	2.0
	평 균	2.0	9.2a	3.5b	7.9a	3.8a
품종평균	태광콩	1.9	8.7	4.8	5.2a	4.4a
	한남콩	2.0	7.4	4.7	3.9b	1.6b

주) 조사시기의 () 내는 조사월일

5. 과습처리시기에 따른 지상부 건물중 및 수량의 변화

본엽4~5매시 과습처리의 경우 태광콩, 한남콩 모두 초기 생육이 저해됨에 따라 생육기간중 표준구에 비해 건물중은 적은 상태로 경과되었다. 개화기(정엽전개기) 과습처리의 경우에도 건물중은 적어졌으며 특히 한남콩의 경우 조기 낙엽에 따른 건물중 저하가 심하였고 한남콩의 이러한 경향은 중실비대시의 습해처리구에서도 나타남에 따라 한남콩은 개화기(정엽전개기)이후의 습해에 매우 약한 것으로 판단된다(표8-3).

습해처리에 따른 콩의 수량반응은 처리시기가 늦어질수록 감소율이 컸

으며 개화기처리의 경우 표준구 대비 태광콩은 53%, 한남콩은 36.7%의 수량에 그쳐 감수율은 각각 47%, 63.3%로서 한남콩에서 그 피해가 컸다. 또한 종실비대시 습해처리의 경우 습해에 의한 피해는 더욱 심각하여 태광콩은 표준구 대비 약 40%의 수량을 나타내었으나 한남콩은 종실수확이 불가능하였다. 이는 개화기 습해발생의 경우 뿌리호흡저해에 따른 생육부진과 동화산물의 전류저해에 따른 감수현상으로 생각되며, 종실비대시 처리의 극심한 피해는 당시 지상부 건물중에 대한 상대적인 뿌리 흡수의 심각한 저해로 엽에서의 광합성이 억제되고 또한 양분전류의 저해로 인한 공협발생이 많았기 때문으로 판단된다(표8-3).

표8-3. 습해 처리시기에 따른 지상부 건물중 및 수량의 변화

습해처리 시작기 품종	조사시기						습해 ^b 지수	종실중	수량 지수
	1차	2차	3차	4차	5차				
	지상부 건물중 (g/2개체)						%	g/2개체	%
본엽4-5매시 (V5)	태광콩	16.0	23.1	41.2	50.2	94.2	73.4	51.6a [↓]	66.9
	한남콩	15.4	27.4	37.8	68.3	91.7	78.9	47.3a	74.7
정엽전개기 (R2)	태광콩			71.8	96.0	99.0	77.1	70.9a	53.0
	한남콩			74.4	29.7	38.6	33.2	23.3b	36.7
협비대시 (R5)	태광콩				119.8	117.8	91.7	30.1	39.1
	한남콩				97.2	92.8	79.9	-	-
표준구	태광콩	18.4	49.1	91.2	116.5	128.4	100	77.2a	100
	한남콩	20.4	48.1	67.2	103.6	116.2	100	63.3a	100
L.S.D	(0.05) [♪]				19.2	13.0		ns	

^b 5차 조사시기의 지상부 건물중에 대한 습해지수

[↓] 처리내 품종간의 비교

[♪] L.S.D는 처리×품종의 효과 비교

6. 습해처리 시기별 품종의 단백질 및 지방함량

습해처리 시기별, 품종, 그리고 상호관계에 통계적 유의성이 인정되었다 (표8-4). 습해처리시기별 단백질 함량의 차이는 R5(협비대시)시기의 습해는 단백질 함량이 낮았으며 기타 시기에서는 차이가 없었다. 반면 지방함량은 R5시기 습해에 오히려 증가되어 단백질과 상반적인 결과이었다(표8-5).

표8-4. 습해처리시기 및 품종에 따른 단백질 및 지방함량의 변화에 대한 분산분석표

요 인	Degree of freedom	Mean Square	
		단백질	지 방
습해처리시기 (T)	3	8.81**	8.00****
품 종 (V)	1	13.79**	2.53*
T × V	3	17.09****	9.67****

표8-5. 습해처리시기 및 품종에 따른 단백질 및 지방함량의 변화

습해처리시기	품종	단백질	지 방
		% ± SD	% ± SD
V5	태광콩	40.23±0.17	21.15±0.05
	한남콩	41.55±1.14	18.53±0.16
	평 균	40.89a	19.84b
R2	태광콩	40.40±0.46	20.01±0.10
	한남콩	41.85±0.99	18.16±0.49
	평 균	41.12a	19.09b
R5	태광콩	40.91±0.83	20.23±1.47
	한남콩	35.98±1.52	23.29±0.10
	평 균	38.44b	21.76a
표준구	태광콩	42.04±0.61	20.31±0.26
	한남콩	38.14±1.67	19.12±1.16
	평 균	40.09a	19.72b
품종 평균	태광콩	40.89a	20.42a
	한남콩	39.38b	19.78a
LSD _{0.05} *		1.88	1.25

* , 습해처리시기 × 품종 상호작용

제9장 습해처리시 질소대사관련 효소활성에 관한 연구

제1절 서설

일반적으로 작물의 습해에 의한 피해는 습해의 강도, 시기 및 기간 등에 의하여 결정된다고 할 수 있다. 콩이 습해에 처할 경우, 뿌리 주위의 산소 부족으로 인하여 무기호흡(anaerobic respiration)이 촉진되고, 따라서 탄수화물이 급격하게 소모되어, 식물체 내의 기아(starvation) 현상에 도달하게 된다. 뿐만 아니라, 질소 고정능력이 저하되고, 뿌리로부터 흡수된 질산태 질소가 잎의 엽록체로 전류되어 동화되는 일련의 생리적 과정이 저해되는 것으로 잘 알려져 있다. 본 실험에서는 지하수위 처리 시기를 달리하였을 경우, 습해에 강한 태광콩과 습해에 약한 한남콩을 공시하여 질소대사에 관련된 효소의 활성을 조사함으로써 내습성 기작을 구명하기 위하여 실시하였다.

제2절 재료 및 방법

공시된 품종은 습해에 강한 것으로 평가된 태광콩과 습해에 약한 것으로 판단되는 한남콩 두 품종이며, 습해처리에 따른 품종간 반응을 살펴보기 위하여 황토:모래:원예상토(바로크)=1:1:1로 혼합된 상토를 지름 20cm, 높이 55cm의 플라스틱 포트에 충전시킨 다음 1998년 5월 29일 종자를 포트당 5립씩 파종하고 약 2주간 경과한 다음 솟아주어 포트당 2본식으로 하였다. 파종직후 근류균(*Bradyrhizobium japonicum*)을 NITRAGIN(LiphaTech Inc., Milwaukee, Wisconsin, USA)를 현탁액으로 만들어 접종하였다. 습해 처리는 지하수위를 10cm로 하여 영양생장기는 7월 6일부터 7월 22일까지(16일간) 처리하였으며, 별도로 생식생장기에는 8월 15일부터 8월 25일까지

11일 처리하였다, 대조구는 전생육기간 지하수위를 50cm로 유지하였다. 습해처리에 따른 질소관련 대사의 생리적인 반응을 살펴보기 위하여 습해처리 종료일에 표본을 채취하여 부위별 건물중 및 질소함량과 엽중 질산태 질소 환원능력, 뿌리혹의 공중질소 고정능력을 측정하였다.

엽중 질산태질소 환원능력은 nitrate reductase에 의하여 NO_3^- 가 환원되어 NO_2^- 가 생성되는 속도를 비색법에 의하여 측정하였는데, 상위로부터 거의 완전하게 전개된 제3복엽의 중앙소엽을 분리하여 약 5mm^2 의 넓이로 잘게 썬다음, 0.2g의 잎을 0.1M KNO_3 와 1%(V/V) isopropanol을 함유하고 pH7.7로 조절된 5ml의 0.1M potassium phosphate 완충용액에 넣어 실온의 암상태에서 30분간 치상한 다음 생성된 NO_2^- 함량을 0.02%(W/V) N-(1-naphthyl)ethylenediamine dichloride와 반응시켜 비색법에 의하여 측정하였으며 흡광계수 $E_{1\text{cm}}^{1\text{M}}$ nitrite complex(540nm) = 55를 이용하였다.

뿌리혹의 공중질소 고정능력은 nitrogenase의 아세틸렌 환원능력에 의하여 측정하였는데, 콩의 지상부에서 분리된 지하부의 뿌리혹이 떨어지지 않도록 조심스럽게 상토를 제거한 다음 1 l 병에 넣고 밀봉을 하고, 주사기를 이용하여 50cc acetylene을 주입하였으며, 30분후에 생성된 ethylene을 수집하였으며, vacutainer를 gas chromatography에 의하여 분석정량하였다.

제3절 결과 및 고찰

영양생장기 및 생식생장기의 습해처리에 따른 콩의 식물체 부위별 건물중에 대한 분산분석의 결과는 표 9-1에 나타난 바와 같다. 영양생장기 습해처리에 따른 각 부위별 건물중 가운데 경건물중만 유의적인 차이가 인정되었으며 기타 다른 부위의 습해처리효과는 인정되지 않았다. 한편 품종간 유의적인 차이가 모든 형질에서 인정되었으며 한남콩에 비하여 태광콩의 개체생육이 양호한 것으로 나타났다. 엽건물중과 근류 건물중만 품종 및

습해처리의 상호작용효과가 인정되어 습해처리에 따른 품종간 반응이 다른 것으로 나타났다. 생식생장기의 습해는 경, 협, 근류건물중만 유의적인 차이가 인정되었으며, 유의적인 품종간 차이가 근류를 제외한 모든 건물중에 서 나타났다. 그러나 품종 및 습해처리의 상호작용효과가 조사된 모든 형질에서 나타나지 않아 생식생장기의 습해에 따른 두 품종의 반응이 일정함을 알 수 있었다.

표 9-1. 부위별 건물중에 대한 분산분석표

변이요인	자유도	형질(mean squares)					
		엽건물중	경건물중	협건물중	근건물중	근류건물중	총건물중
----- 영양생장기 -----							
습해처리(W)	1	0.181	0.879**	-	0.008	0.003	2.284
품종(V)	1	10.726***	7.089***	-	5.348***	0.064***	72.314***
W x V	1	1.626**	0.263	-	0.026	0.008*	2.946
Error	12	0.166	0.121	-	1.228	0.001	0.811
----- 생식생장기 -----							
습해처리(W)	1	14.726	45.058*	20.138**	1.960	0.331*	47.438
품종(V)	1	189.406***	430.044***	65.004***	36.301***	0.123	1031.213***
W x V	1	3.469	26.910	1.658	4.101	0.090	113.689
Error	12	3.952	6.014	1.989	1.738	0.053	41.949

영양생장기의 습해처리에 의하여 한남콩은 전체적으로 건물중의 증가를 가져왔으나 (표 9-2), 태광콩에서는 습해처리구와 대조구간의 건물중의 차이를 볼 수 없었다. 반면에 생식생장기의 습해처리에 의하여 한남콩의 건물중 증가는 없었으나, 태광콩의 경우에는 엽 및 경 건물중이 대조구에 비하여 아주 높아서 총건물중의 증가를 가져왔다. 따라서 습해처리시기에 따른 품종들의 식물체 부위별 건물중 분배율에 대한 반응이 상이함을 알 수 있었다. 특히 생식생장기의 습해에 따른 경, 협, 및 근류 건물중의 유의적인 차이가 인정되었는데, 경 건물중은 습해에 의하여 증가한 반면, 협 및 근류 건물중은 감소하는 경향을 보였다. 협 건물중은 수량과 직접적으로 관련되

어 있어 중요한 형질인데 생식생장기의 습해에 의하여 협건물중으로의 분배율이 낮아 수량으로의 전이율이 저해되는 것으로 생각되며, 이와 같은 현상은 수분부족에 의한 한해에 의해서도 같은 현상이 일어나는 것으로 알려져 있다. 생식생장기의 11일간 습해에 의해 습해 종료시 한남콩의 협건물중은 대조구의 78.8% 이었으며, 태광콩은 82.2%를 나타내었다. 한편 습해 내성은 습해 종료 후 회복정도와 밀접하게 관련되어 있으며, 따라서 현재 조사중인 수량 및 수량구성요소에 관한 자료를 획득한 후 정확하게 품종간 차이를 알수 있는 것으로 생각된다.

표 9-2. 습해처리에 따른 식물체의 부위별 건물중

항목	한남콩		태광콩	
	대조구	습해구	대조구	습해구
----- g/개체 -----				
영양생장기				
엽건물중	3.43	4.28	5.70	5.28
경건물중	2.31	3.04	3.90	4.11
근건물중	2.31	2.27	3.39	3.51
근류건물중	0.41	0.49	0.58	0.57
총건물중	8.46	10.07	13.57	13.47
생식생장기				
엽건물중	13.59	14.58	19.54	22.39
경건물중	15.98	16.74	23.75	29.70
협건물중	13.69	10.80	9.01	7.41
근건물중	7.69	7.38	9.69	11.40
근류건물중	1.21	0.78	0.89	0.75
총건물중	52.15	50.26	62.88	71.65

콩의 생육 및 수량 향상을 위해서는 질소 공급은 필수적이며, 콩 생육을 위한 식물체내의 질소확보는 그 의의가 크다 할 수 있다. 습해에 의한 체내 질소 저해를 받을 것으로 생각되며, 식물체 부위별 질소함량에 대한 분산분석 결과는 표 9-3에서 보는 바와 같다. 영양생장기 혹은 생식생장기

습해처리에 의하여 습해처리 종료시의 식물체 부위별 질소함량은 잎, 줄기, 뿌리에서 그 차이가 인정되었으며, 품종간 차이는 영양생장기 습해처리시 뿌리와 근류에서, 그리고 생식생장기 습해처리시 줄기와 뿌리에서 인정되었다. 품종 및 습해처리간 상호작용 효과는 영양생장기 습해처리에 의하여 조사된 모든 부위별 질소함량에 대하여 유의적인 차이가 없었으나, 생식생장기의 습해에 의하여 줄기의 질소 함량만 품종 및 습해처리간의 유의적인 상호작용 효과가 인정되었다.

표 9-3. 식물체의 부위별 질소농도에 대한 분산분석표

변이요인	자유도	질소농도(mean squares)			
		잎	줄기	뿌리	근류
영양생장기					
습해처리(W)	1	76.180**	24.525***	9.096*	1.123
품종(V)	1	2.719	0.603	20.028***	27.893**
W x V	1	0.146	1.148	0.087	0.054
Error	12	5.759	0.373	1.073	1.900
생식생장기					
습해처리(W)	1	1021.366***	461.979***	10.557***	8.834
품종(V)	1	0.321	35.543***	11.117***	5.636
W x V	1	5.805	13.171***	0.667	11.370
Error	12	2.356	0.531	0.539	3.756

식물체의 부위별 질소함량은 공중질소를 고정하는 기관인 근류에서 가장 높아 50 mgN/g 내외이었으며(표 9-4), 습해처리 유무 및 시기에 관계 없이 일정한 질소함량을 보였다. 그리고 잎의 농도가 비교적 높은 편이었으며, 영양생장기에는 줄기와 뿌리의 질소함량에 차이가 없었으나, 생식생장기에는 줄기가 뿌리보다 질소함량이 다소 높은 경향이였다. 영양생장기 습해처리에 의하여 잎과 줄기의 질소 농도가 급격하게 감소한 반면에, 오히려 뿌리에서는 질소 농도가 증가하는 경향이였다. 이는 질소공급부위인 지하부에서, 질소이용부위인 지상부로의 전류가 습해처리에 의하여 억제되

고, 또한 줄기에 있는 저장성 질소까지 소모되어 이와같은 현상이 일어나는 것으로 생각된다. 한편 생식생장기의 습해에 의해서 잎, 줄기 및 뿌리의 질소함량이 낮아졌는데, 특히 뿌리의 질소함량 감소정도는 잎, 줄기에 비하여 낮은 것으로 나타났다. 표 9-3에서 보는 바와 같이, 품종 및 습해처리의 질소함량에 대한 상호작용효과는 생식생장기 처리의 줄기에서만 인정되었는데, 한남콩의 경우 습해에 의하여 36.7% 감소되었으며, 태광콩은 40.3% 감소되었다.

표9-4. 습해처리에 따른 식물체 부위별 질소농도

항목	한남콩		태광콩	
	대조구	습해구	대조구	습해구
----- 영양생장기 (mgN/g) -----				
잎	32.0	27.8	33.0	28.4
줄기	11.7	8.7	10.8	8.8
뿌리	12.8	14.2	10.4	12.1
근류	50.3	49.8	47.7	47.1
----- 생식생장기 (mgN/g) -----				
잎	39.3	22.2	38.4	23.6
줄기	19.9	7.3	15.1	6.1
뿌리	13.3	12.1	12.1	10.1
근류	52.8	53.0	53.3	50.2

뿌리로부터 흡수된 질소는 대부분이 산화된 질소 화합물의 형태인 NO_3^- 로서, 낮은 질산태질소 공급수준에서는 뿌리에서 동화되지만, 질산태 질소 수준이 높아지면 흡수된 질산태질소의 일부는 뿌리에서 동화되고, 나머지는 잎으로 전류되어 원형질에 있는 nitrate reductase (NR)에 의하여 NO_2^- 로 환원된다. 환원된 NO_2^- 는 몇단계의 과정을 거쳐 암모니아로 환원된 다음 광합성에 의한 에너지를 이용하여 아미노산으로 변환되는 것으로 알려져 있다. 이러한 질산태 질소 동화반응이 습해와 같은 각종 환경요인에 의하여 제약을 받을 경우 질소공급의 저해로 엽중 질산태질소 환원능력

의 저해를 가져오는 것으로 알려져 있다. 영양생장기에는 한남콩보다 태광콩의 단위엽 생체중당 질산태 질소환원 능력이 2배 이상 높았으며 (표 9-5), 이는 개체별 건물중 생산능력이 우수한 태광콩의 특성(표 9-2)과도 잘 일치하고 있었다. 그러나 습해처리에 의한 질산태 질소 환원능력에는 큰 차이가 없었다. 한편, 등숙이 비교적 많이 이루어진 생식생장기에는 영양 생장기에 비하여 질산태질소 환원 능력이 크게 저하되어 대조구 대비 약 50% 수준을 보였다.

표 9-5. 습해처리에 따른 엽중 nitrate reductase 활성도

습해처리	영양생장기			생식생장기		
	한남콩	태광콩	평균	한남콩	태광콩	평균
	----- $\mu\text{mol NO}_2^- \text{hr}^{-1} \text{gFW}^{-1}$ -----					
대조구	1.30	2.88	2.09 ^a	1.01	1.12	1.07 ^a
습해구	1.28	2.33	1.80 ^a	0.62	0.52	0.57 ^b
평균	1.29 ^b	2.60 ^a		0.81 ^a	0.82 ^a	

표 9-6. 수량구성요소에 대한 분산분석표

변이요인	자유도	평균평방화(M.S.)				
		경장	질수	협수	립수	수량
습해처리(T)	2	5.961	11.331***	1714.781***	5134.581***	214.102***
품종(V)	1	1868.253***	151.253***	2709.375***	8540.940***	299.450***
T×V	2	26.846	7.831**	259.344	1605.174	68.520*
Error	18	13.600	0.940	153.613	475.978	17.841

수량 및 수량구성요소에 대한 분산분석 결과는 표 9-6에서 보는 바와 같이, 경장을 제외한 모든 형질에서 습해처리에 따른 유의적인 차이가 인정되었으며, 조사된 모든 형질에서 품종간에 유의적인 차이가 인정되었다. 한편 질수 및 개체당 수량만이 습해처리 및 품종의 유의적인 상호작용 효과

과가 인정되었다.

표 9-7. 습해처리에 따른 수량구성요소의 변화

항목	한남콩			태광콩		
	대조구	습해구		대조구	습해구	
		영양생장기	생식생장기		영양생장기	생식생장기
경장(cm)	66.69	68.38	69.25	53.25	48.25	49.88
절수(개)	19.56	22.25	23.88	16.63	17.00	17.00
협수(개)	108.44	89.63	98.00	100.31	62.50	69.50
립수(개)	160.94	132.00	146.75	152.88	91.38	82.25
립중(g/ 개체)	19.71	13.54	17.01	32.78	20.29	18.39

대조구에 비하여 영양생장기 및 생식생장기의 습해처리에 의하여 개체당 협수 및 립수의 감소가 심하였으며 (표 9-7), 개체당 수량은 한남콩의 경우에는 대조구에서는 19.71 g이었으나 생식생장기의 습해로 인하여 대조구의 86%인 17.01 g이었으며, 영양생장기의 습해로 69%의 수량인 13.54 g으로 나타나, 영양생장기의 습해에 의한 수량감소가 심하였다. 이와는 반대로, 태광콩의 경우에는 영양생장기보다는 생식생장기의 습해에 의한 수량감소가 심하였으며, 대조구의 개체당 수량이 32.78 g 인 반면 생식생장기의 습해에 의하여 18.39g으로서 대조구의 56%에 불과하였다. 따라서, 습해처리에 따른 품종간 반응이 상이하였음을 알 수 있었다.

제10장 내습성 품종의 무기성분 함량

제1절 서설

포장상태에서의 과습피해는 단작 맥후작 모두에서 발생된다. 과습에 대한 연구는 침수기간, 침수내성, 침수피해 또는 담수 등으로 보고되고 있다. 콩의 초기영양생장기에 두 주일간의 과습처리는 지상부 및 지하부의 모든 생육을 감소시켰다(Sallam and Scott, 1987). Scott 등(1989)은 콩의 생육 및 수량에 미치는 담수기간의 영향에 대하여 보고하였다. 콩의 영양생장기 V4 또는 생식생장기 R2 시기에 토양표면 3cm 위로 2, 4, 7 및 14일간 계속해서 담수시켰다. 그들은 콩의 담수기간 효과는 하위절의 엽의 황화현상과 낙엽, 발육부진, 건물중과 종실수량의 감소가 뚜렷함을 발견하였다. 경장과 건물중이 두 생육단계에서 모두 담수기간과 직선적으로 감소되었다. 종실수량 또한 담수기간과 직선적으로 감소되었다.

콩잎의 무기성분 함량은 Beeseon 등(1948)에 의해 소개된 바 있다. Hanway and Weber(1971a, b)는 콩개체 부분의 N, P, K 비율을 보고했다. 콩 잎의 N, P, K, Ca 및 Mg 분포가 네 품종의 성숙기 동안 조사된 바 있다(Kollman *et al.*, 1974). 콩 잎의 N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn 및 Cu 축적에 대하여 영양생장기와 생식생장기동안 분석된 바 있다(Drossopoulos *et al.*, 1994). 그러나 습해조건 하에서의 초기 영양생장기에 콩 잎의 무기성분에 대한 보고는 거의 드물다. Scott와 Sallman(1987)은 R2 생육단계의 콩잎의 N과 P 흡수에 있어서 담수효과를 보고한 바 있다. 담수된 식물체의 잎은 다른 대조구의 잎에 비하여 N 흡수가 매우 감소되었다.

VanToai 등(1994)은 담수내성은 담수 피해시 높은 수량으로 정의하고 콩품종들 간에 담수내성의 차이가 있음을 발견하였다(Osborne *et al.*, 1995). 본 연구의 목적은 육종자료의 개발과 생산현장에 적용될 습해시 내성과정의 이해를 위한 품종간의 차이를 구명하고자 실시하였다.

제2절 재료 및 방법

포장시험을 고려대학교 실험농장(경기도 남양주시 와부읍소재)에서 실시하였다. 콩품종 한남콩(습해 약)과 태광콩(습해 강)을 1998년 5월 21일에 대조구를 포함한 과습처리를 위하여 1.2×4.2×0.3m 크기의 대형 비닐 포트를 제작하여 파종하였다. 이용된 토양은 백산 사양토이었다. 재식밀도는 30×7.5cm에 2립씩 파종하고 시료 채취시 습기 작업으로 V7에는 60×15cm의 1개체로 표준재식밀도를 유지시켰다. 과습처리를 위한 관수는 6월 13일 V1 생육기에 시작하였고 토양표면으로부터 0-3cm가 담수되도록 유지하였다. 시험구의 배치는 과습처리를 주구 콩품종을 세구로 하는 분할구 배치 3반복으로 실시하였다.

콩 5개체를 일주 간격으로 V3(6월 21일), V5(6월 28일) 및 V7(7월 5일)에 채취하였다. 경장, 생체중, 80℃ dry oven에서 48시간 건조 후 경과 엽의 건물중을 측정하였다. 추가로 잎의 시료를 습기 작업으로 무기성분 분석을 위하여 채취하였다. 경과 잎의 수분함량이 계산되었다. 건조된 시료의 N과 P 함량은 Kjeldahl method에 의하여 Bran+Luebbe TRAACS 800으로 정량되었다. K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn 및 Cu 함량은 HNO₃을 이용한 습식분해 후 Inductive coupled plasma spectrophotometer(Integra XL)로 측정하였다. 수집된 성적들은 분산분석과 상관관계를 SAS pc package를 이용하여 분석되었다.

제3절 결과 및 고찰

1. 생육특성

초엽기부터 제6본엽기까지 과습관수처리로 경과하였을 때 초기 영양생장기의 발육단계별 지상부 건물중의 일일증가속도를 비교하였다(표 10-1). 두 품종 모두 대조구에 비하여 습해처리구에서 속도가 떨어졌다. 품종별로

보면 내습성이 강한 태광콩에서 V3(제2본엽기)에서 V5(제4본엽기)까지 일일건물중 증가속도는 대조구 0.58g에 비하여 과습구는 0.28g으로 50%이상 감소되고 내습성이 약한 한남콩에서는 68%로 태광콩보다 많이 감소되었다. V5(제4본엽기)에서 V7(제6본엽기)까지 기간의 일일건물중 증가속도는 태광콩의 대조구 2.85g에 비하여 과습구는 0.85g으로서 70%가 감소되었으나 한남콩에서는 대조구 2.17g에 비하여 과습구는 0.71g으로 68%가 감소되었다. 그러나 V3-V5기간의 품종내 처리간에는 유의성이 없었으나, V5-V7기간에는 품종내 처리간에는 유의성이 인정되었다(표10-1).

표10-1. 품종별 습해처리에 따른 영양생장기 발육단계별 지상부 건물중의 일일 증가 속도의 변화

품종	처리	V3-V5	V5-V7
		----- g / 5개체 / 일 -----	
태광콩	습해처리	0.28±0.08	0.85±0.04
	대 조	0.58±0.18	2.85±0.15
한남콩	습해처리	0.21±0.14	0.71±0.16
	대 조	0.64±0.04	2.17±0.12
L.S.D (0.05)*		ns	0.23

* L.S.D는 품종내 처리간 비교

과습관수처리를 하면 VE(발아기)부터 VC(초생엽기) 등 제6본엽이 완전전개할 때까지 소요일수는 45일이었으나 대조구에서는 43일이었다. 그림10-1에서 보면 과습관수처리구의 V6(제5본엽기)에서 2일간이 더 소요된 결과였다. 결국 습해를 주게되면 뿌리 발육이 억제되고 따라서 지상부 생육의 진전이 다소 늦어지는 경향은 여러 내습성시험에서도 볼 수 있었다.

내습성 정도가 서로 다른 태광콩(습해강), 한남콩(습해약)은 과중후 생육일수경과에 따라 지상부건물중 증가속도는 38일에 와서 품종간차이를 보이기 시작하여 48일에는 뚜렷한 차이를 보였다(그림10-2). 습해에 비교적

약한 한남콩은 대조구에서나 과습관수구에서 다같이 태광콩보다 지상부건물중이 떨어지며 따라서 내습성이 강함 품종은 건물중 증가속도가 비교적 빠른품종이 바람직하다고 본다.

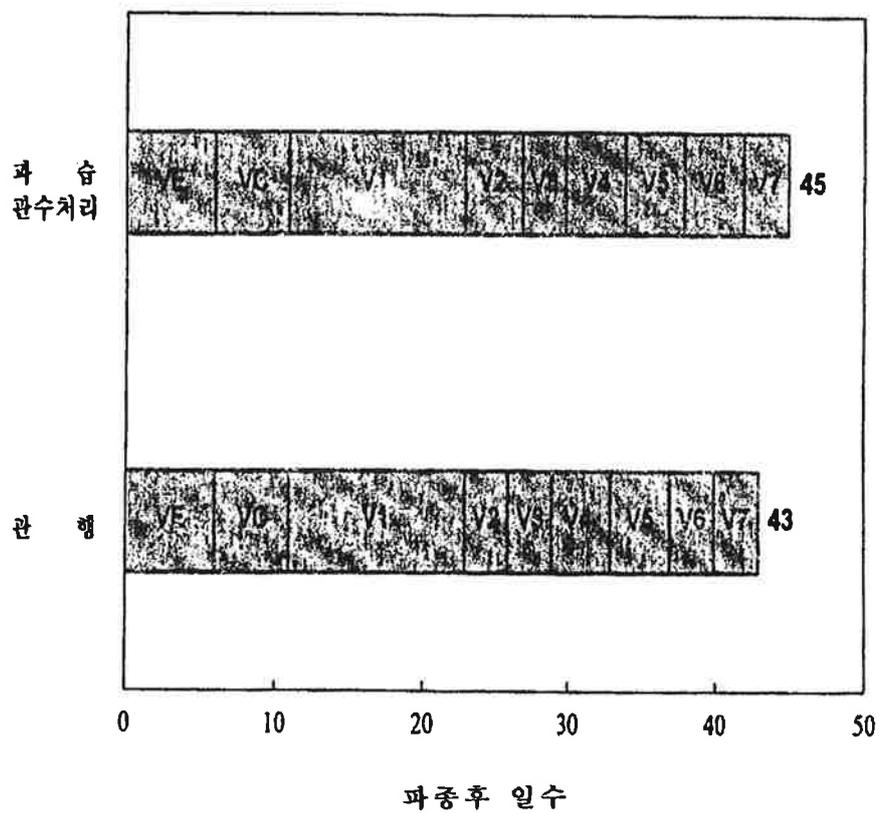


그림10-1. 대조구와 과습구의 생육단계별 소요일수 비교

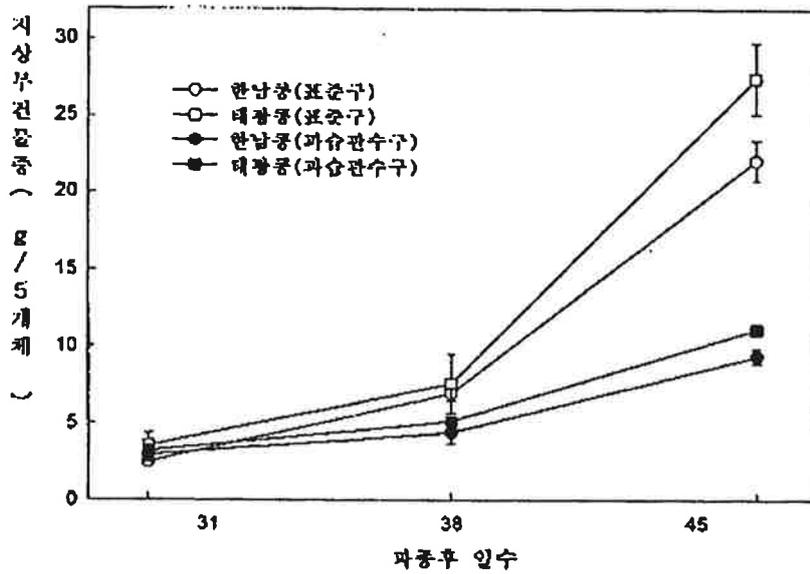


그림10-2. 관행과 과습관수처리에 의한 지상부건물중의 변화

2. 무기성분함량

과습처리에 따른 제2본엽, 제4본엽, 제6본엽이 발생한 시기에서의 품종별 체내 무기양분의 함량간 비교는 표 10-2와 같다.

과습처리와 품종 및 시기에 있어서 흥미롭게 나타난 것은 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 칼륨(K) 함량의 변화이었다. 칼슘과 마그네슘 등의 2가 양이온들의 흡수축적은 관행처리시 한남콩에서 태광콩보다 높았으나 과습처리시에서는 오히려 7본엽기에 들어서면 태광콩에서의 함량이 높아졌다. 이와 반대로 칼륨의 함량은 관행 및 과습처리 및 품종간에 모두 유의적인 차이를 나타냈으며, 오히려 과습처리로 태광콩에서 칼륨의 함량이 더 낮아졌다. 즉 내습성인 태광콩에서 7본엽기에 들어서 칼슘과 마그네슘과 같은 2가 양이온의 함량은 증가한 반면에 1가 양이온이면서 흡수가 용이한 칼륨의 함량은 오히려 줄어들었다.

질소(N) 함량은 관행 및 과습처리에서 태광콩(내습)이 한남콩(약습)에

비하여 약간 함량이 많았으나 유의적인 차이를 나타내지는 않았다. 다만 2본엽기에서 6본엽기로 시기가 지나면서 과습처리에서는 질소함량이 약간 감소한 반면에 관행처리에서는 오히려 4본엽을 최고점으로 하여 6본엽기에는 질소함량이 줄어들고 있다. 인(P) 함량은 질소와 같이 품종간 유의적인 차이가 나타나지는 않았으나 과습처리로 유의적인 함량감소를 나타냈다. 인은 관행 및 과습처리 모두에서 4본엽기에 가장 높은 함량을 나타냈고 6본엽기에 들어서면서 유의적인 감소를 나타냈다. 나트륨(Na) 함량은 품종간, 처리간, 시기별로 유의적인 차이를 얻지 못하였다.

표 10-2 . 과습처리에 따른 체내 무기양분의 함량

무기양분	시기	과 습 처 리		관 행 처 리	
		태광콩	한남콩	태광콩	한남콩
평균 함 량 (% , dry weight)					
N	V3	2.22748 fg	2.09676 g	4.06175 bc	3.96614 c
	V5	2.48721 e	2.46616 e	4.38083 a	4.20022 ab
	V7	2.55872 e	2.37099 ef	3.24332 d	3.31596 d
P	V3	0.20586 e	0.220106 de	0.295217 b	0.276598 c
	V5	0.21695 de	0.228765 d	0.338382 a	0.344158 a
	V7	0.185102 f	0.189097 f	0.26336 c	0.261457 c
Ca	V3	1.40675 f	1.41212 f	1.64015 d	1.7934 b
	V5	1.62228 d	1.61815 d	1.71736 c	1.93546 a
	V7	1.43711 f	1.3244 g	1.33606 g	1.56479 e
K	V3	0.90319 j	0.9236 j	1.87812 a	1.36554 e
	V5	0.97808 i	1.07909 g	1.74183 b	1.60757 c
	V7	1.03414 h	1.1205 f	1.51983 d	1.60289 c
Mg	V3	0.377766 e	0.349455 g	0.674913 a	0.528159 c
	V5	0.393455 d	0.352318 fg	0.6105 b	0.620453 b
	V7	0.364998 ef	0.313185 h	0.521097 c	0.522247 c
Na	V3	0.042514 a	0.032734 bcde	0.035303 abcde	0.040788 abc
	V5	0.034438 abcde	0.036961 abcd	0.04161 ab	0.032664 bcde
	V7	0.031832 cde	0.029265 de	0.027132 e	0.026448 e

V3, V5, V7은 각각 2위, 4위, 6위엽 전개시
Duncan analysis에 의한 평균유의차 비교 결과임(p>0.05) - 종, 처리, 시기간 비교

표 10-3은 콩 1주당 흡수 축적된 무기양분의 총량을 나타낸 것이다. 질소를 제외한 모든 무기양분들은 과습처리에서 관행처리 조건보다 더 많은 축적량을 나타낸 점이 특이하였다. 과습으로 토양내 양분의 mass flow를 지속시킨 결과로 추측된다. 이러한 경향은 칼슘, 마그네슘에서 두드러졌다. 한남콩은 칼륨과 마그네슘이 과습처리로 오히려 총흡수량이 감소한 ($A/B < 1.0$) 것은 특이한 점이였다. 인, 칼륨, 마그네슘의 흡수축적이 과습처리로 태광콩에서는 증가한 ($A/B > 1.0$) 반면에 한남콩에서는 감소하였다. 그리고 이러한 증가폭은 태광콩에서 생육이 지속되면서 더 커지는 경향을 보였는데 이는 과습조건이 길어질수록 무기양분의 축적에 미치는 영향이 커짐을 시사하는 것이라 사료된다.

표 10-3 과습처리에 의한 콩 품종별 무기양분 흡수축적량 변화

무기양분	시기	과 습 처 리(A)		관 행 처 리(B)		A/B	
		태광콩	한남콩	태광콩	한남콩	태광콩	한남콩
		총흡수량(mg/plant)					
N	V3	71.7	61.4	144.6	98.4	0.496	0.625
	V5	128.3	109.3	332.9	291.9	0.385	0.374
	V7	284.5	222.2	892.6	733.8	0.319	0.303
P	V3	6.6	7.1	6.5	8.7	1.028	0.819
	V5	11.2	11.8	10.1	15.0	1.105	0.787
	V7	20.6	21.0	17.7	24.7	1.162	0.852
Ca	V3	45.3	45.5	41.4	48.1	1.095	0.946
	V5	83.7	83.5	71.7	76.1	1.168	1.097
	V7	159.8	147.3	124.1	125.2	1.288	1.176
K	V3	29.1	29.8	27.1	55.0	1.075	0.540
	V5	50.5	55.7	47.8	77.2	1.056	0.722
	V7	115.0	124.6	105.0	142.4	1.095	0.875
Mg	V3	12.2	11.3	10.2	19.8	1.188	0.569
	V5	20.3	18.2	15.6	27.0	1.301	0.672
	V7	40.6	34.8	29.3	48.8	1.383	0.713
Na	V3	1.4	1.1	1.0	1.0	1.427	1.019
	V5	1.8	1.9	1.6	1.8	1.085	1.035
	V7	3.5	3.3	2.7	2.5	1.291	1.280

참고문헌

- Ahmad, N., R. S. Kanwar, T. C. Kaspar, and T. B. Bailey. 1992. Effect of soil surface submergence and a water talbe on vegetative growth and nutrient uptake of corn. Transactions of the ASAE. 35(4): 1173-1177.
- Beeson, K. C., L. Gray, and K. C. Hamner. 1948. The absorption of mineral elements by forage plants: II. The effect of fertilizer elements and liming materials on the content of mineral nutrients in soybean leaves. Agron. J. 40:553-562.
- Benz L. C, E. J. Doering, and G. A. Reicheman. 1981. Waterable management saves water and energy. Transactions of the ASAE 24:995-1001.
- Bilbro J. D. and L. L. Ray. 1976. Environmental stability and adaptin of several cotton cultivars. Crop Sci. 16 : 821-824.
- Chae J. C. 1988. Effect of different underground water table treatments on the growth and yield of soybean varieties in paddy field. Res. Rept. RDA(Agri. Inst. Coop.) 31 : 235-242.
- Choi K. J. 1994. Effect of excessive water stress on the growth and yield of soybean. Research Reports of Agronomy. Seoul National Univ. Ph. D. Dissert.
- Drossopoulos, J. B., D. L. Bouranis, and B. D. Bairaktari. 1994. Patterns of mineral nutrient fluctuations in soybean leaves in relation to their position. J. Plant Nutr. 17:1017-1035.
- Eberhart S. A. and W. A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6:36-40.
- Evans, R. D., R. W. Skaggs, and R. E. Sneed. 1990. Normalized crop

- susceptibility factors for corn and soybean to excess water stress. Transactions of the ASAE. 33(4):1153-1161.
- Follett, R. F., E. J. Doering, G. A. Reichman, and L. C. Benz. 1974. Effect of irrigation water table depth on crop yield. Agronomy Journal 66:304-308
- Griffin, J. L., and A. M. Saxton. 1988. Response of solid-seeded soybean to flood irrigation. II. Flood duration. Agron. J. 80:885-888.
- 함영수, 박정윤, 홍병희. 1971. 보리 내습성의 품종간 차이, 한국육종학회지 3(1):46-56
- Hanway, J. J., and C. R. Weber. 1971a. N, P, and K percentages in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] plant parts. Agron. J. 63:286-290.
- Hanway, J. J., and C. R. Weber. 1971b. Accumulation of N, P, and K by soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] plants. Agron. J. 63:406-408.
- Heatherly, L. G. and H. C. Pringle. 1991. soybean cultivars response to flood irrigation of clay soil. Agron. J. 83(1):231-236.
- Hernandez C. M., J. Crossa, and A. Castillo. 1993. The area under the function : an index for selecting desirable genotypes. Theoretical and Applied Genetics 87 : 409-415
- Hiller E. A., R. N. Clark, and L. J. Glass. 1971. Effect of water table height on soil aeration and crop response. Transactions of the ASAE 14:879-889
- Kim L. Y, I. S. Jo, K. T. Um, and M. H. Park. 1991. Changes of soil characteristics and crop productivity by the paddy-upland rotation system. 2. Changes of soil chemical properties and crop productivity. Res. Rep. RDA 33(2) : 18-23

- Kim S. W., S. J. Kim and H. J. Kim. 1991. Effect of drainage treatment on the growth and yield of soybean for the multipurpose of paddy fields. Korean J. of Agri. & Eng. 33(1) : 37-44
- Kollman, G. E., J. G. Streeter, D. L. Jeffers, and R. B. Curry. 1974. Accumulation and distribution of mineral nutrients, carbohydrate, and dry matter in soybean plants as influenced by reproductive sink size. Agron. J. 66:549-554.
- 권신한, 이홍석, 홍은희. 1982. 하작물의 기상재해와 그 대책. 한작지 27(4): 398-410.
- 권용웅, 이민규. 1988. 콩의 영양생장기 및 개회기의 습해조건에 대한 생리 반응에 관한 연구. 농시논문집(농업산학협동편) 31:289-300.
- 이홍석 외. 1993. 논의 전작에 관한 연구 -농경지 생산성 제고에 관한 연구 -. 농어촌진흥공사 54-59
- 이홍석 외. 1995. 토성별 지하수위가 밀, 보리의 생육 및 수량에 미치는 영향. 한국작물학회지 40(2):195-202
- 이홍석 외. 1993. 수분포텐셜과 지하수위조절이 대두의 근류활성, 생육 및 수량과 품질에 미치는 영향. RDA Journal of Agricultural Science. 35 : pp1-11
- Lee H. S., J. W. Gu, and S. H. Yun. 1993. Effects of water potential and underground water table on the rhizobium activity, growth, yeold and seed quality of soybean 1. Effects of underground water table at different soil on the rhizobium activity, growth, yiela and seed quality of soybean. RDA J. Agri. Sci. (Agri. Inst. Coop.) 35 : 1-11
- Lee K. H. 1995. Effect of waterlogging anf soil-heaping on adventitious root formation, growth and yield of soybean. Seoul National Univ. MS Thesis.

- Mozafar, A., R. Gamperla, and J. Loch. 1992. Root aeration inhibits the recovery of soybean from flooding induced chlorosis under non calcareous conditions. *J. Plant Nutr.* 15(10):1927-1937.
- Osborne, B. T., D. R. Shaw, and R. L. Ratliff. 1995. Soybean (*Glycine mas*) cultivar tolerance to SAN 582H and Metolachlor as influenced by soil moisture. *Weed Sci.* 43:288-292.
- Sallam, A., and H. D. Scott. 1987. Effects of prolonged flooding on soybeans during early vegetative growth. *Soil Sci.* 144:61-66.
- Scott, H. D., J. DeAngulo, M. B. Daniels, and L. S. Wood. 1989. Flood duration effects on soybean growth and yield. *Agron. J.* 81:631-636.
- Scott, H. D., and A. Sallam. 1987. Effects of prolonged flooding on soybean at the R2 growth stage. II. N and P uptake and translocation. *J. Plant Nutr.* 10:593-608.
- VanToai, T. T., J. E. Beuerlein, A. F. Schmitthenner, and S. K. St. Martin. 1994. Genetic variability for flooding tolerance in soybeans. *Crop Sci.* 34:1112-1115.
- Yun K. I and H. S. Lee. 1997. Soybean Yield Performance and Growth Characteristics in Response to Underground Water Table Depth. *Korean J. Crop Sci.* 42(3) : 367-372
- Wetterauer, D. G. and R. J. Killorn. 1996. Fallow and flooded soil syndromes; Effects on crop production. *J. Production Agriculture.* 9(1):39-41.
- Williamson R. E. and George J. Kriz, 1970. Response of Agricultural crops to flooding, depth of water table and soil gaseous composition, *Transactions of the ASAE* 13:216-220
- Wright. G. C. and C. J. Smith, 1987. Soybeans root distribution under

wet soil culture on a red-brown earth. Plant and Soil
103:129-133