

**순연발파에 의한 견질토양개량과 임목생장촉진
(최종보고서)**

1995년 12월 22일

**주관연구기관
충북대학교 농과대학**

농 립 수 산 부



제 출 문

농림수산부장관 귀하

본 보고서를 “순연발파에 의한 견질토양개량과 임목생장
촉진에 관한 연구개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1995년 12월 22일

- 주관연구기관명 : 충북대학교 농과대학
- 총괄연구책임자 : 김 홍 은
- 협동연구자 : 홍 광 응 (주)한화 보은공장장
- 협동연구자 : 박 재 인 충북대 임학과 교수
- 협동연구자 : 김 재 수 충북대 임학과 교수
- 협동연구자 : 신 원 섭 충북대 임학과 교수
- 협동연구자 : 임 병 윤 (주)한화 보은공장 과장
- 협동연구자 : 안 인 규 상보산업(주) 사장

요 약 서

I. 제 목(최종연구개발 사업목표 포함)

순연발파에 의한 견질토양개량과 임목성장촉진

최종연구개발사업목표는 다음과 같다.

- 휴대용 천공장비개발로 원격지 및 전기 미공급 지역에서도 발파공의 천공이 가능하도록 한다
- 발파시 발파목적에 따른 적정 폭약량을 산정하여 발파에 이용할 수 있도록 한다
- 발파가 임목성장및 결실 촉진여부를 시험하며 효과적인 방법을 구명한다.

II. 연구개발사업의 목적 및 중요성

사회 경제의 성장에 수반되어 생활 환경이 악화되면서 환경 보전과 함께 푸른 숲에 대한 국민의 관심이 높아지고 있다. 한편, 산업화가 지속적으로 추진되고, 임금 상승이 가속화됨에 따라서 농산촌의 인구가 감소되어 조림 및 육림 작업을 위한 인력 확보가 어려워져서, 임업 전반에 걸쳐 인력을 절감하는 생력화 방안이 요구되게 되었다.

이러한 관점에서 본 연구는 화약을 이용한 순연 발파에 의하여 견질 토양의 개량을 도모하고, 시비 작업과 흙갈기등을 함께 실시하는 조림 및 녹화 방안을 연구하고자 하였다. 연구개발 내용으로서 휴대용 천공장비 개발, 적정 폭약량 산정, 임목 성장 촉진법 개발로 대별된다.

III. 연구개발사업의 내용및 범위

- 화약발파를 위한 천공장비(드릴) 개발
- 평탄지, 조림지 및 암반발파를 위한 적정 화약량 및 발파방법 구명
- 발파에 따른 토양변화 현상 구명
- 잣나무 조림지의 성장촉진 효과 확인

IV. 연구개발사업 결과 및 활용에 대한 건의

본 연구에서 얻어진 주요한 결과는 다음과 같다.

- 화약발파를 위한 천공장비(드릴) 개발 (70cm->160cm)
- 평탄지, 조림지 및 암반발파를 위한 적정 화약량 및 발파방법 구명
- 발파에 따른 토양변화 현상 구명
- 발파에 의한 잣나무 조림목의 성장촉진 효과 확인

본 보고서는 3개년으로 계획된 연구 중 1차년도 연구의 결과로써 중간보고 평가 결과 중단 결정이 내려졌음. 수년에 걸쳐 결과가 조사되어야 하나 연구비 지원이 중단된 관계로 더 이상의 결과를 얻기가 어려운 실정임.

목 차

제 1 장 서 론	4
제 2 장 휴대용 천공장비 개발- 천공드릴개발-	5
제 3 장 적정 폭약량의 산정	6
제 1절 평탄지의 조림용 발파	6
제 2절 조림용 발파시험	12
제 4 장 토양 물리성 조사	15
제 1절 원통시료에 의한 물리성 측정법	15
제 2절 발파에 따른 공극량 및 투수계수 변화	18
제 3절 결 론	18
제 5장 산림 토양내 소동물(곤충상)변화 조사	20
제 1절 시험지 개황 및 조사 방법	20
제 2절 조사 결과	20
제 3절 결 론	22
제 6 장 토사 유토량 조사	23
제 1절 시험지 개황 및 관측 방법	23
제 2절 조사 결과	24
제 3절 결 론	28
제 7 장 임목생장 및 착과에 미치는 영향	29
제 1절 발파후 식재	29
가. 메타세코이아	30
나. 은행나무	31
제 2절 기초림지 근계부의 발파	32
1. 잣나무 조림지(14년생)	32
2. 밤나무(밤 중량)	33
3. 사과나무(사과 중량및 착과수)	34
제 8 장 도로변 절개지 암반녹화 시험	35
제 9 장 요 약	37
참 고 문 헌	38
부 록 1. 월악산 일별 강우량 (1995.)	39
부 록 2. 시험내용설명사진	48

제 1 장 서 론

우리나라의 山林과 경작지는 겨울철 기후가 寒冷하고 林地의 경사가 심하며 土深이 깊지않고 견질토양이 많고 암석지 또한 많아 山林이나 경작지의 生産性은 극히 낮은 형편이다. 이 중 기후인자 調節에 의한 林木의 生産性 增大는 극히 어려우므로 임목의 植栽시 토심을 보다 깊게 하고 견질토양을 개량함으로써 造林木의 活着을 돕고 生長을 촉진할 수 있는 방법에 대한 연구가 요구되고 있다.

토심을 깊게 하고 堅質土壤을 개량하는 방법은 人力에 의한 방법, 空氣注入에 의한 방법등 여러가지 방법을 쓸 수 있겠으나 여러가지 여건상 활용은 되지 않고 있는 실정이다.

본 연구에서는 새로운 방법의 하나로 화약을 이용하는 방법을 확립코자 하였다. 화약은 기존의 建設, 土木 事業등 산업용 또는 무기조제에 사용해 오고 있으며 이의 폭발력으로 堅質化된 土壤의 物理性을 改善하고 임목의 活着을 돕고 成長을 促進할 수 있는 方案을 모색하려는 것이다. 또한 造林 植栽비용의 대부분을 차지하는 人件費를 절약할 수 있으리란 판단으로 본 研究를 시작하였다.

아울러, 立木이 있는 임지에 직접 發破를 통하여 堅質化된 土壤을 연화시켜 수목의 根系가 발달할 수 있는 土壤環境을 造成하며 발파시 斷根處理를 誘發시켜 細根의 發達을 促進, 임목의 성장과 結實을 보다 좋게 할 수 있는 方法을 연구하려는 것에 目的을 두고 있다.

화약발파 작업은 우선 토양에 구멍을 뚫고 火藥을 넣은 다음 發破하게 되는데 이제까지 화약의 이용은 岩石발파에 주로 사용되어 왔던 관계로 토양을 천공할 수 있는 장비가 필요하게 된다. 또한 토양발파시는 주로 電氣의 사용이 곤란한 遠隔地가 많으므로 유류를 쓰는 동력을 이용한 穿孔장비가 요구된다. 따라서 본 연구에서는 원격지의 발파작업에 필요한 기구로써 동력을 이용한 장비를 개발할 목적의 일환으로 천공용드릴을 개발코자 하였다.

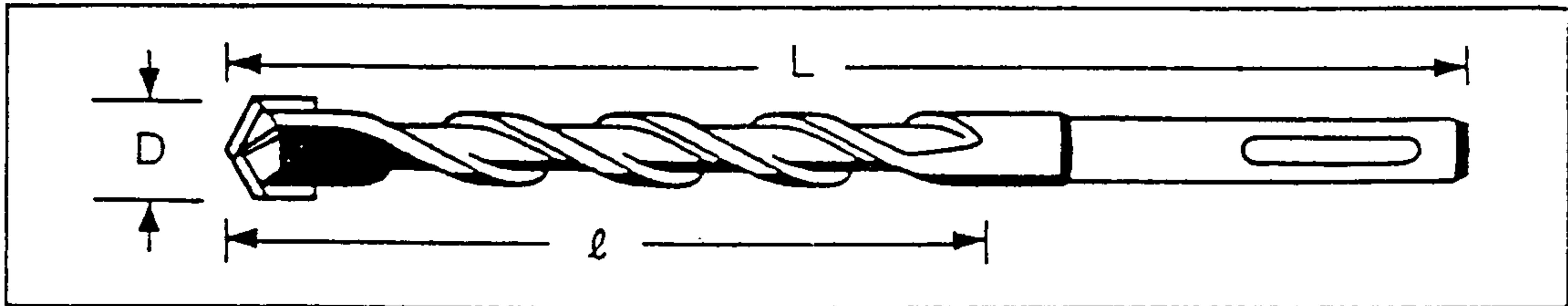
또한 화약을 이용한 발파시는 적절한 화약량이 사용되어야 하는데 이는 평탄지와 경사지에 따라 적절한 약량이 사용되어야 하므로 이의 대한 연구도 실시하였다. 천공각도에 따른 발파효과도 같이 수행하였다.

토양의 物理的 性質을 개량하는 효과를 직접 확인 하고자 조림지 토양을 발파하고 경사지를 화약발파할 경우는 지반의 약화와 토양의 물리적 성질 변화가 예상된다. 이런 변화의 조사를 위해 화약발파 전 후의 물리적성질과 土壤小動物을 조사하였다. 또한 화약발파시 이로 인한 토사유출 문제의 수반이 우려된다. 따라서 본 연구에서는 1차년도 연구로써 화약발파를 하지 않은 상태에서 경사도에 따른 조사구를 설정하여 토사유출 정도를 조사하였다.

이러한 土壤에 대한 發破 研究는 다른 農業部門에서 老朽化된 田畝 土壤層의 軟化에 利用할 수 있을 것으로 사료된다.

제 2 장 휴대용 천공장비 개발- 천공드릴개발-

1. 휴대용 천공장비 개발의 일환으로 천공드릴을 개발하였다. 개발된 제품의 도면은 다음과 같다



$D : 32 \text{ m/m}$

$L : 1,650 \text{ m/m}$

$l : 1,500 \text{ m/m}$

2. 제품설명

가. 천공드릴로 천공할 때 종전의 비트는 진원(동그란 원)의 타공이 아니되나 본 제품의 cross bit(4날 비트)는 진원이 되는 장점이 있음.

나. 콘크리트를 천공할 때는 전진속도가 느리기 때문에 포켓이 크지 않아도 무방하나 흙 또는 진흙을 천공할 때는 chip 량이 많이 발생하므로 multi lead(개발회사에서 최초로 호칭)로 칩포켓을 크게 하여 칩 배출을 용이하게 하였고 날 각도는 약 15-17도로 하여 칩의 확장을 방지하여 체적을 최소한으로 축소시켰다.

다. 홈 바닥에 구배를 주어 칩의 배출속도를 높이고 또한 구배로 인한 중간부위의 살이 두터워 떨림(chattering)을 최소화하였다.

라. 지금까지는 절삭방법으로 내부 응력이 발생하여 열처리 후의 편심으로 인한 불량과 조악한 제품이었으나 본 제품은 열처리 후의 grinding wheel로 fluting하여 세련된 제품을 생산할 수 있는 장점이 있다.

마. 지금까지 기존공장에서는 절삭공구 장비를 전량 외국에서 들여와 제품생산을 하고 있으나 10여년간에 걸쳐 장비를 자체개발하여 거의 완성단계에 있으며 이번 세계 최장(1,650 m/m)의 천공드릴을 개발하게 되었음.

제 3 장 적정 폭약량의 산정

제 1 절 평탄지의 조림용 발파

표 3-1. 평탄지발파 결과

지면과의 천공각도	천공 경사 깊이	사용 화약류	화약량 (Kg)	시험수량	지면연화정도(m)			비 고
					상부직경	하부직경	깊이	
수직	1.5m	다이내 마이트	0.1	3	0	0	15	최적조건
			0.2	3	0	0		
			0.3	3	0	0		
			0.4	3	0	0		
			0.5	3	0-1.3	0-1.0		
			0.7	3	1.8	1.2		
			0.8	3	1.8	1.2		
	2m	"	0.3	1	0.5		2	최적조건
			0.5	1	0.5			
			0.7	3	0.8-1.0			
			1.0	5	0.5-2			
			1.2	1	2			
			1.5	1	3	2.5		
	5m	"	3	1	2.5		5	최적조건
			4	2	2.5			
6			2	2.5	1			
8			1	5	4			
경사 70도	1.5m	다이내 마이트	0.13	3	0	0	1.5	최적
			0.2	3	0	0		
			0.3	1	0	0		
			0.4	3	0	0		
			0.5	4	0-1.2	0		
			0.8	1	1.8	1.2		
	2m	"	0.7	3	0	0	2	최적 과장약
			1.0	6	0-1.5	0-0.5		
			1.5	3	3	2		
			2.0	3	3	2		
	5m	"	4	3	0	1	5	최적조건
			5	3	0	1		
			8	1	5	4		
경사 45도	2.1m	GDmm	0.5	2	0.5		1.5	양호 최적
			0.7	2	1.5-1.7			
			0.8	2	2.2			
			1.0	3	2.5	2.0		
	2.8m	"	1.2	2	1		2	최적 최적 과장약
			1.5	3	3	2.5		
			2.0	4	3	2.5		
			2.5	2	3(폭파공)	2.5		
	3.5m	"	2.5	1	1.5		2.5	최적
			3.0	1	2			
			3.5	1	2.5			
			4.0	2	4	3.5		

나. 절개지 녹화를 위한 녹화상 조성 발파

(1) 녹화상의 크기

- 직 경 : 70cm
- 깊 이 : 70 ~ 80cm
- 채석 체적(V) = $1 / 3 (\pi * D^2 / 4) * H$
= 0.269m'이상

(2) 사용장비 및 화약류

- (가). 사용장비 : - 공기 압축기 1대(착암기 3대 사용가능)
- 착암기 1대 (필요인원 2명, 필요시 추가 장비 투입 가능)
- (나). 화학류 : -HIMITE 5000 (Gelatine Dynamite - Strength 60%)
-Kodeto (전기뇌관 2.4m)

(3) 시험발파 결과

표 3-2. 녹화상 조성 발파 결과

NO.	최소 저항선(m)	누두 반경 (m)	누두 지수 (r/w)	파쇄체적 (m')	장약량 (kg)	경사 (°)	비장약 kg/m'	비 고
1-1	1.5	0.75	0.5	1.87	0.5	-	0.2673	
1-2	1.5	0.90	0.6	2.69	0.7	-	0.2602	최적조건
1-3	1.5	0.90	0.6	2.69	0.8	-	0.2974	
2-1	2.0	1.50	0.75	12.11	1.5	-	0.2423	
3-1	5.0	2.50	0.5	79.8	8.0	-	0.1002	
4-1	1.41	0.90	0.64	1.04	0.8	70	0.7690	최적조건
5-1	1.88	1.50	0.80	9.35	1.5	70	0.1604	
5-2	1.88	1.50	0.80	9.35	2.0	70	0.2139	
6-1	4.7	2.50	0.53	75.06	8.0	70	0.1058	
7-1	1.06	1.25	1.18	4.23	1.0	45	0.2364	최적조건
8-1	1.41	1.50	0.89	8.40	1.5	45	0.1786	
9-1	3.54	2.0	0.56	26.24	4.0	45	0.1524	

(4) 발파패턴 및 적정 장약량

일반적으로 적정장약량은 발파대상의 암질, 폭약의 위력, 대상지의 제반 조건에 의한 요소가 크게 좌우한다. 그러므로 적정장약량을 산출하는 것은 전적으로 발파대상의 시험발파를 통하는 것이 옳으나 대상지가 선정되지 않은 상황이므로 지금까지의 DATA를 기준으로 한다.

(가). Hauser의 일반식에 의한 장약량 계산

$$L = f(n) * e * g * d * w^3$$

1) 폭약의 위력계수(e)

폭약의 폭발력을 산정 하는 계수 값으로 폭속, 에너지, 맹도, 폭굉압을 측정하여 각종 폭약의 위력을 나타낸다.

표 3-3 화약별 위력계수

폭약의 종류	위력 계수(e)
NG 75% Gelatine Dynamite	0.8 - 0.9
NG 60% Gelatine Dynamite	1.0 (기준 계수)
NG 50% Gelatine Dynamite	1.1 - 1.2
NG 35% Gelatine Dynamite	1.3 - 1.4
초 안 Dynamite	1.3 - 1.5
초 안 폭 약	1.2 - 1.4

2) 암석의 항력계수(g)

암석을 발파할 때 생기는 암석 자체의 저항으로 발파 대상물의 강도에 의하여 결정되며 시험발파에 의하여 결정된다.

표 3-4. 항력계수

g	암 반 의 종류
1.2	현무암
1.0	경편마암, 화강암, (기준계수)
0.8	연편마암, 섬록암, 연화강암
0.6	경사암
0.4	연사암, 혈암 (기준계수)
0.2	석탄

3) 전 색 계 수 (d)

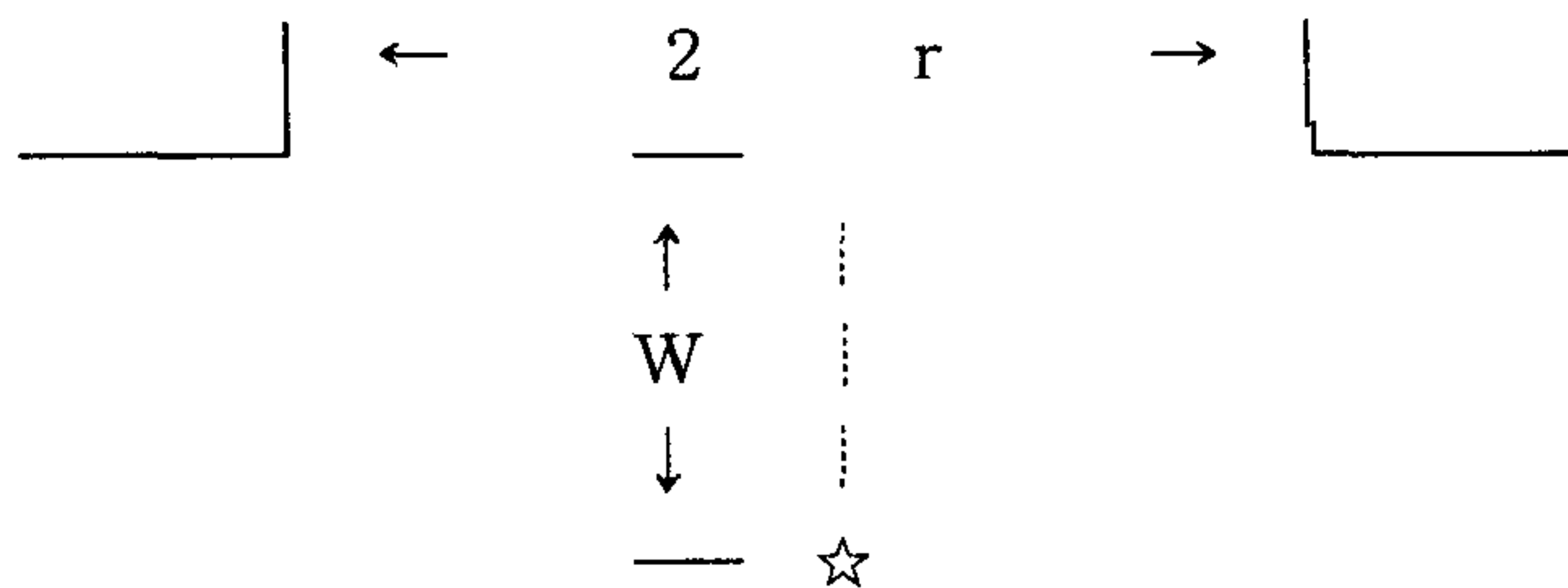
표 3-5 전색계수

d	전색(발파공 매움)의 상태
1	완 전 전 색 (기준계수)
$1 \leq d \leq 1.25$	불 완 전 전 색
1.25	전 색 없 음

4) 약량 수정 계수(f(n))

시험 발파 후 발파된 공의 형상으로 적정장약량을 수정하기 위한 것이다.
여기서 $n = r/w$ 이며 약량 수정 계수는 다음과 같다.

$$f(n) = (\sqrt{1+n^2} - 0.41)^3$$



【발파 후 누두공의 형상】

여기서, 발파 후 생성되는 녹화상의 반경과 깊이를 같게 할 경우($n=1$)는 깊이가 70cm의 구덩이를 얻기 위해 지면에서 1.4m 직경의 원이 생성되므로 비효과적이다. 그러므로 $n=0.5$ 정도로 하여 약량수정계수를 산정하면 $f(n) = 0.355$ 이다.

(나) 적정장약량

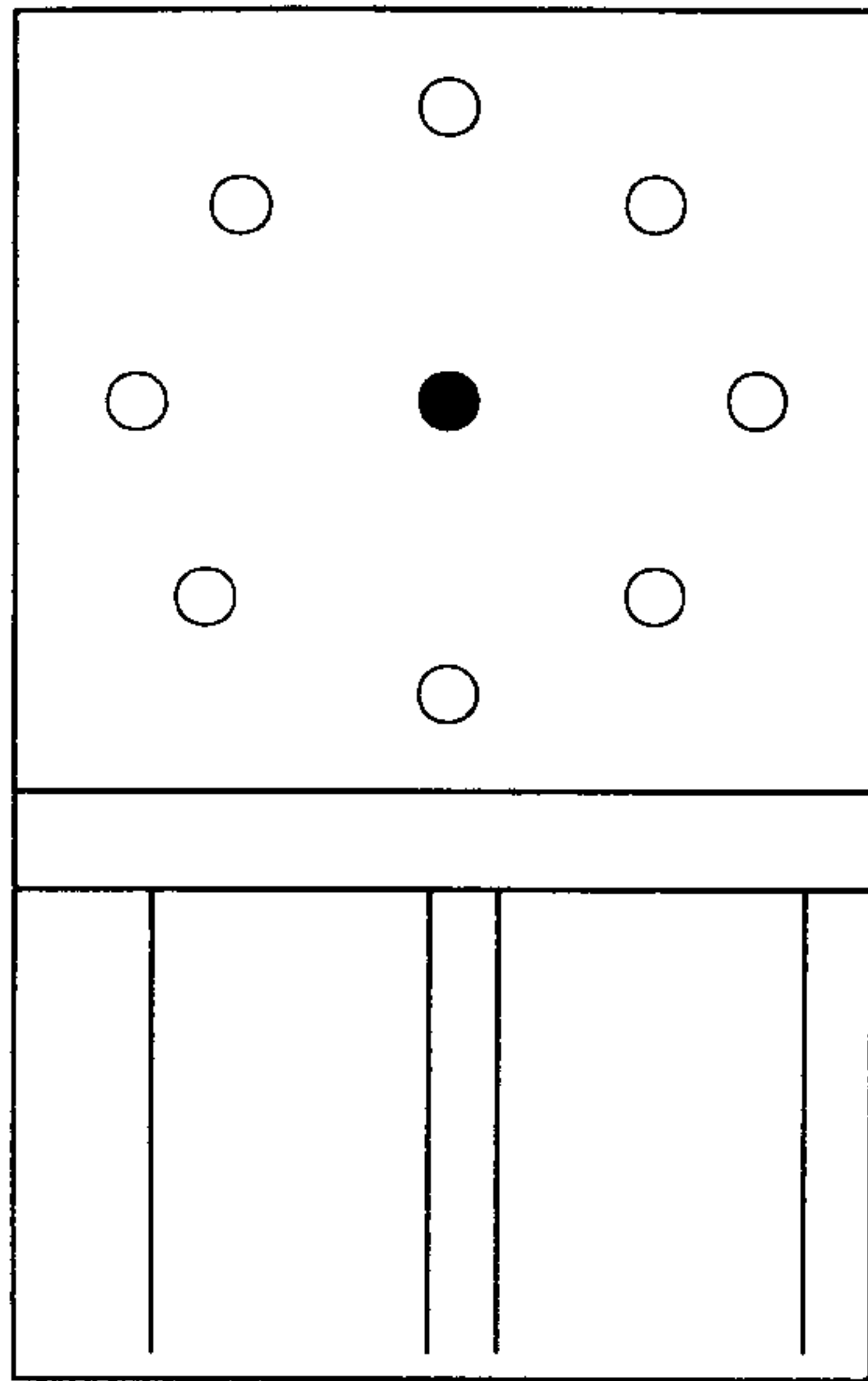
- 1) 최소저항선(w) : 10cm
- 2) 발파규모계수 : $f(n)*e*g*d$

	경암	0.355
	연암	0.142
- 3) 적정장약량 :

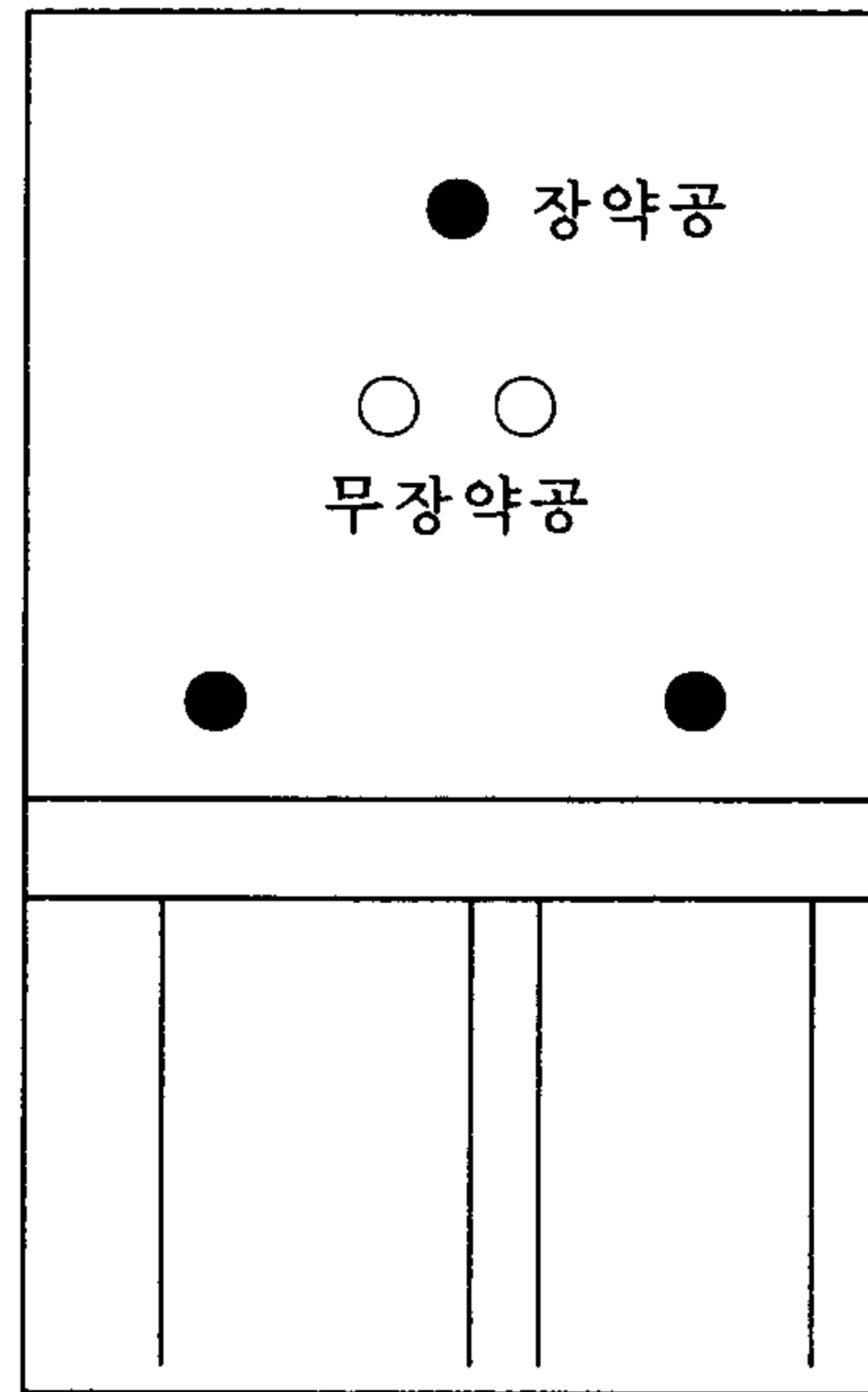
	경암	474 g
	연암	189 g
- 4) 녹화상 1개당 전체장약량 : 0.5 ~ 2.83kg

(다) 발과 패턴

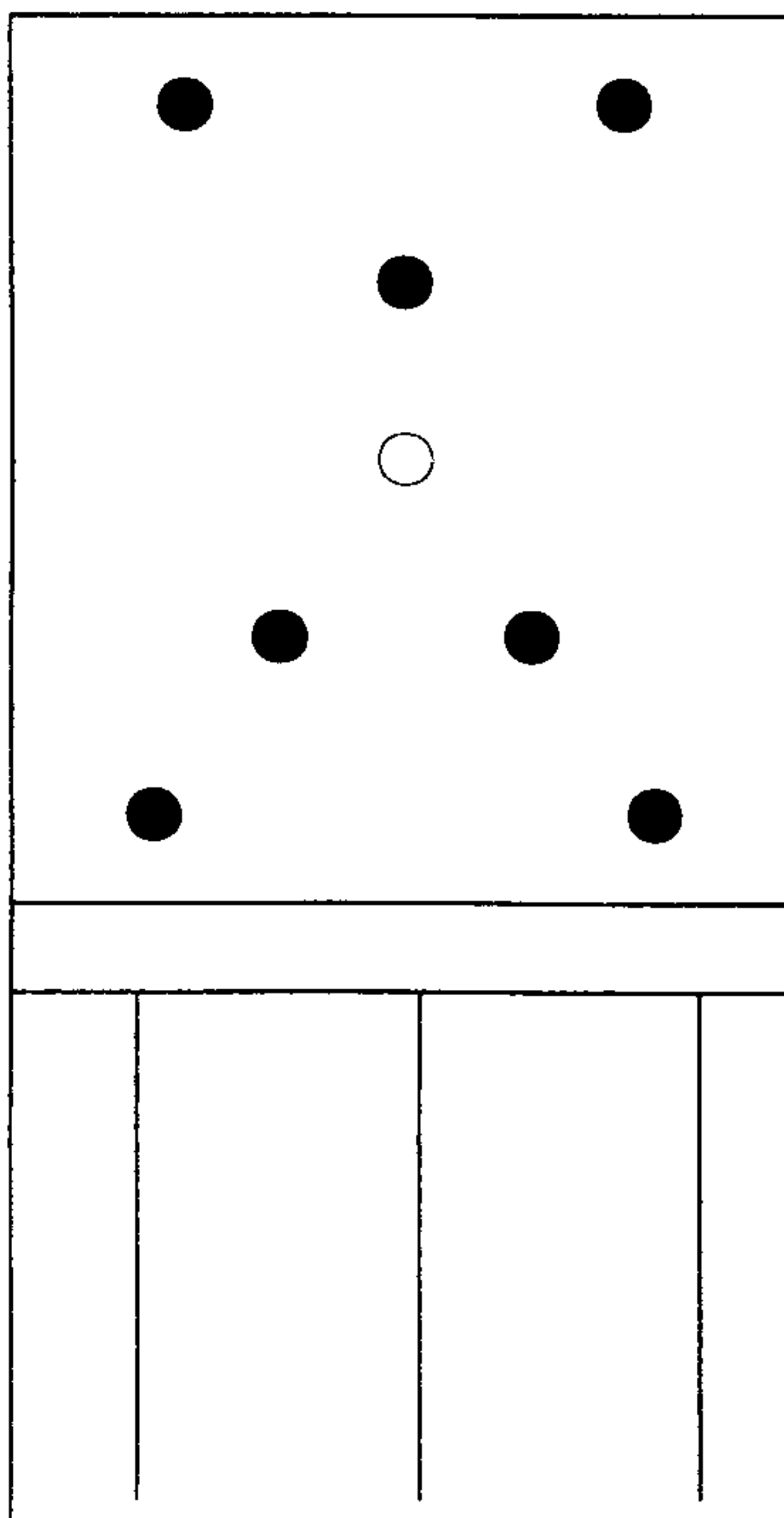
【 CASE I 】



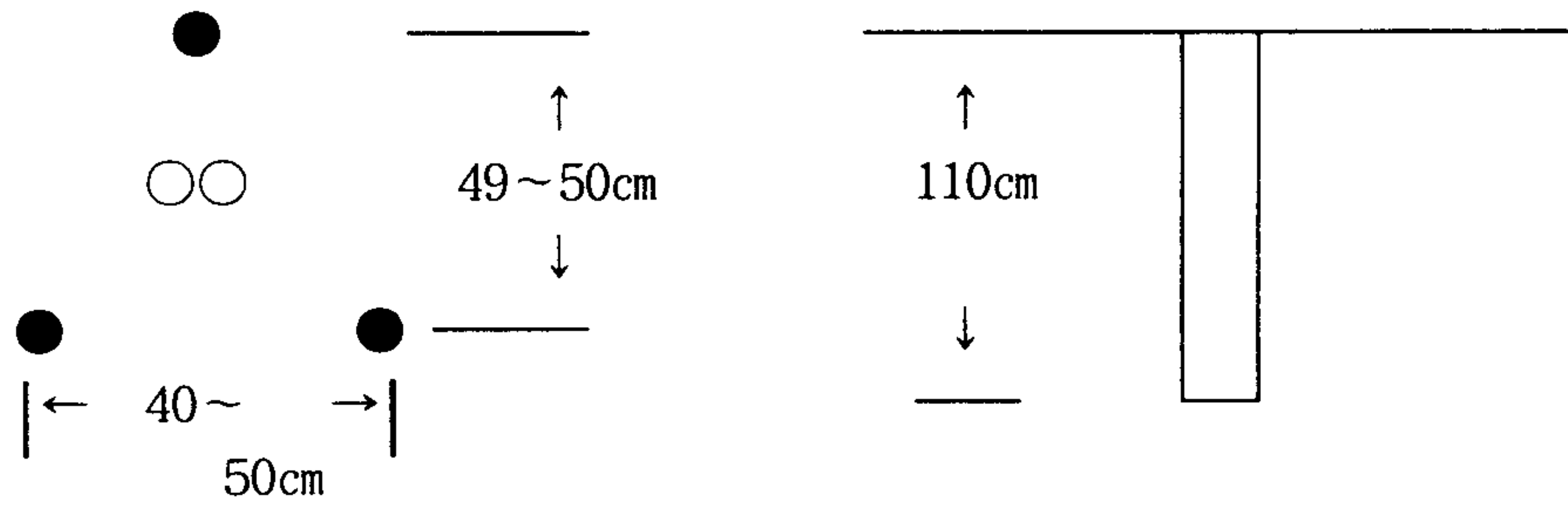
【 CASE II 】



【 CASE III 】



1) 천공 방법



- 2) CASE I : 기존의 형식과 비슷하나 무장약공을 절취하고자 하는 면을 따라 천공하여 암석을 파쇄한다.
- 3) CASE II : 기존의 형식과 반대로 중심 축에 대공경의 무장약공을 설치하고 주변공을 발파하여 암석을 파쇄한다.
- 4) CASE III : CASE II에서 암석의 파쇄를 돕기 위하여 무장약공 주변에 짧게 장약공을 설치하고 소량의 화약을 장약하여 발파한다.

다. 결 론

암반사면에 녹화상을 조성하기 위한 발파기법은 다음과 같다.

- 가. 발파시 암반사면을 붕괴시키지 않고 필요부분 만을 빼내는 방식으로 한다.
- 나. 녹화상의 중앙부에 무장약공을 천공, 자유면 역할을 하게 한다.
- 다. 장약공은 약 3~4공으로 하며 단발발파(순차적인 폭발)를 원칙으로 한다.
- 라. 천공 패턴은 일반터널의 심빼기와 유사하며 천공의 경사는 향후 발파 결과로 판단한다.
- 마. 각 공의 장약량은 0.2~0.5kg으로 하며 암질등 제반조건에 따라 수정한다.

제 2절 조림용 발파시험

無立木地에 대한 토양 발파 실험 결과는 표 3-6에서 보는 바와 같다. 수직 천공의 경우 爆穴은 항아리 모양으로 形成되었으며 下部는 대체로 空洞이 생기며 간혹 下部까지 흙이 매몰되는 경우가 있었다.

표 3-6. 조림을 위한 발파 실험 결과

地面과의 穿孔각도	천 공 깊 이 (수 직)	화약량 (KG)	地面 軟化 程度 (Cm)		
			上部直徑	下部直徑	깊이
수 직	40Cm	0.03	45 - 55	35 - 45	50 - 60
	80Cm	0.03	65 - 75	50 - 60	80 - 85
	1.5m	0.10	0	0	
		0.20	0	0	
		0.30	0	0	
		0.40	0	0	
		0.50	0 - 130	0 - 100	150
		0.70	180	120	"
		0.80	180	120	"
	2.0m	0.30	50		
		0.50	50		
		0.70	80 - 100		
		1.00	50 - 200		
		1.20	200		
		1.50	300		200
	5.0m	3.00	250		
		4.00	250		
		6.00	250		
8.00		500		500	
경 사 70°	1.5m (1.0m)	0.13	0	0	
		0.20	0	0	
		0.30	0	0	
		0.40	0	0	
		0.50	0 - 120	0	
		0.80	180	120	150

	2.0m (1.9m)	0.70 1.00 1.50 2.00	0 0 - 150 300 300		200 200
	5.0m (4.6m)	4.00 5.00 8.00	0 0 500		500
경 사 45°	2.1m (1.5m)	0.50	50		150
		0.70	150 - 170		
		0.80	220		
		1.00	250		
	2.8m (2.0m)	1.20	100		200
		1.50	300		
		2.00	300		
		2.50	300		
	3.5m (2.5m)	2.50	150		250
		3.00	200		
		3.50	250		
		4.0	400		

爆破 구덩이 속에 남는 흙의 양은 60% - 70% 정도이며 火藥量을 30g 사용하고 깊이를 40 - 80cm로 천공하였을 경우 주변 1m 이내에 대부분의 흙이 殘存하였다.

수직 천공시 화약사용량을 0.03kg으로 하고, 40cm 깊이에서 발파하였을 때는 상부 직경 45-55cm, 하부 직경 35-45cm, 깊이 50-60cm로 토양이 연화되었으며, 이는 장기수 식재시 권장되는 지름 30cm이상, 깊이 30cm이상의 식재구덩이(9)를 만들 수 있었다.

천공깊이를 80cm로 하였을 경우, 상부 직경 65-75cm, 하부 직경 80-85cm로 연화되었다. 이 경우는 이태리포플러, 은수원사시등의 속성수에서 권장되는 넓이 40cm이상, 깊이 70cm이상의 식재구덩이를 만들 수 있다.

1.5m 천공시 0.4kg까지는 地表로 흙이 飛散하지 않으며 0.5kg 사용시부터 구덩이가 형성되었다. 이는 밤나무등의 유실수에서 권장되는 넓이 90cm이상 깊이 90cm 이상의 식재구덩이를 만들기에 충분하며, 이러한 화약 발파를 이용한 식재구덩이의 조성은 조림시 인건비를 줄이는데 효과가 있을 것으로 예상된다. 그러나 이를 실용 단계에 이르게 하기까지는 더 많은 연구의 뒷받침이 따라야 할 것으로 예상된다. 0.7kg부터는 上部直徑 1.8m, 下部直徑 1.2m, 깊이 1.5m 程度의 구덩이가 형성되었다.

사선천공시 경사각을 70° 로 하고 깊이 1.5m(수직환산깊이 1.0m)로 하였을 때 화약을

0.4kg사용시까지의 표층의 변화가 없었으나, 0.5kg 사용시부터는 변화가 나타나기 시작하였다. 2.0m(수직환산깊이 1.9m)로 하였을때는 0.7kg사용시까지 변화가 없었으며 1.0kg 사용시부터 토층의 변화가 있었다. 경사각 45° 에 있어서는 깊이 2.1m(수직환산깊이 1.5m)에서는 0.5kg사용시 토양 상부직경 50Cm정도가 연화되었으며, 2.8m(수직환산깊이 2.0m)에서는 1.2kg사용시 상부직경 100Cm정도가 연화되었다.

제 4 장 토양 물리성 조사

토양의 물리적 성질이 식물의 생장에 영향을 주는 것은 오래 전부터 알려져 왔다. Xenophon (기원전 400년경)은 봄에 토양을 한번 경운 하는 것이 농작물 생장에 도움을 주는 것으로 언급하였다. 이것은 토양의 공극 조성을 변화시키고, 토양내 산소의 공급을 원활 하게 하는 것이라 사려된다. 경운에 의한 방법이 아닌 다른 방법으로는 콤프레샤로 공기를 주입하여 토양 개량을 유도하는 방법이 있으나 본 연구에서는 화약 발파에 의한 공극 변화를 유도하고 그에 따른 투수성을 조사하여 비교하고자 하였다. 특히 산림 토양은 농경지의 토양과 달리 경운, 토양개량 등 인위적 작용을 가하지 않은 상태의 자연토양이다. 산림 토양조사에 사용된 토양분류에는 A₀층의 발달상태, A층의 두께 및 구조 등의 표토의 제성질에 중점을 두었으며, 이 표토의 이화학적성질이 임목의 성장과 밀접한 관계가 있는 것이 여러 연구에 의하여 밝혀졌다. 산림토양에서 표토의 물리적 성질이 중요시되는 것은 농업토양과 달리 임목의 성장에 반영되기 때문이다. 산림토양연구의 주된 토양의 물리적 성질은 토양의 통기, 투수에 관한 성질을 나타내는 것으로 현지의 토양단면조사에서 판정된 토양의 구조, 견밀도, 자연상태의 삼상 조성, 투수성, 공극 배분 등이다. 이들 물리성 중에서 순열 발파에 의하여 영향을 많이 받았으리라고 생각되는 토양의 구조, 투수성, 공극배분에 대하여 중점적으로 조사하고자 한다.

제 1절 원통시료에 의한 물리성 측정법

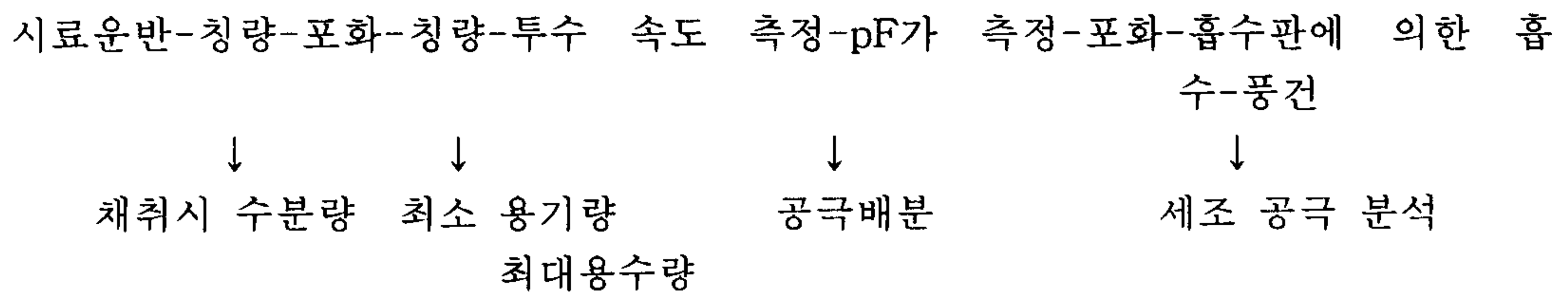
1. 토양원통시료의 채취시의 주의

단면적 100cm², 높이 4cm, 용적 400cm³인 금속제 채토 원통을 사용하여 자연상태의 토양을 될 수 있는 한 그대로 채취한다. 산림토양은 자연토양이므로, 석력을 포함하는 경우가 많고, 표층에서는 임목의 큰 뿌리를 포함하는 경우가 많으므로 농경지토양에서 사용하는 100cm²의 채취원통은 불편하고, 큰 오차의 원인이 된다. 원통시료의 채취는 보통 상부층위에서 순차적으로 하부층위로 하지만, 채취시 전정가위, 칼, 스코프의 사용하여 하부를 교란하므로, 원통채취에 앞서서 충분히 큰 토양단면을 만든다. 하부층위를 채취할 때는 교란하지 않았던 부위를 선택하여 채취한다. 우선 채취하고자 하는 부위의 상부에서 층의 경사면에 평형인 면을 조정하여 둔다. 특히 A₀층의 바로 밑을 채취할 경우에는 A₀층을 정중하게 제거하고 광물질토양의 면을 노출시켜서 평형면을 만든다. 표층토의 경우는 지중동물 부후근에 의한 구멍을 피하여 채취하도록 한다. 또한 큰 돌이나 뿌리에 닿아서, 이들이 원통 내를 부분 점유하지 않도록 사전에 주의하여 채취장소를 결정한다. 채취하고자 하는 부위의 상부에 평활한 면을 만든 후에, 상개, 망개, 하개를 제거하고 원통의 날이 있는 부분을 아래로 하여 정치한다. 원통에서 수cm 떨어진 부분에서 몇cm깊이의 고랑을 만들어 토주를 만들고, 이 토주 위에 원통이 놓여 있는 것같이 한다. 이 토주의 측면에 나와 있는 뿌리와 자갈을 원통 주위에 따라서 전정가위를 사용하여 자른다. 다시 칼과 전정가위를 사용하여 원통내벽과 똑같은 토주를 정중하게 만든 후, 원통을 눌러 넣을 때 힘이 균등하게 걸리도록 주의한다. 균등하게 누르지 않으면 원통내벽과 토주 사이에 간극이 생긴다. 적당한 깊이까지 원통을 밀어 넣었으면 원통의 상면에 여분의 토

주가 밀려나오므로 칼로 토양을 긁어내어 수평으로 정리한다. 뿌리를 전정 가위로 자르고, 일부 돌출한 부분은 칼 또는 전정가위로 깎아내어 원통상면에 요철이 없는 수평면을 만든다. 상면의 조정이 끝나면 위 뚜껑을 하고 원통에서 조금 떨어진 곳에서 넓고 깊게 스크로프를 밀어 넣어 원통의 하부에 토양이 붙은 채로 원통을 파낸다. 밑면에 대하여도 상면과 같이 토양을 긁어내어 수평으로 조정한다. 원통에 붙은 흙을 잘 닦아내고, 저면에 원형여과지를 붙이고 망개와 하개를 하고, 비닐테이프로 밀봉하여 수분의 증발을 막는다. 채취한 깊이, 층위, 원통번호를 야장에 기입한 후 가지고 와서 물리성 분석을 한다. 원통시료를 운반하여 실험실로 가지고 오는 경우, 도중에 충격을 받지 않도록 주의한다.

2. 원통처리법

현지에서 채취한 채토원통시료는 가능한 한 빨리 분석을 한다. 원통처리의 순서는 다음과 같다



실험실에 가지고 들어온 원통은 우선 밀봉에 사용한 테이프를 제거하고, 수송중 내용물이 흐트러졌는지, 채취 시에 정확히 400cm³를 채취하였는지 확인한다. 확인 후 뚜껑을 제거하고 중량을 측정한다. 이 중량에서 원통자체의 무게를 빼 것이 채취 시 전중량이다. 다음으로 원통의 아래뚜껑을 분리하고 망개만 한 후, 원통의 하단 5mm정도가 항상 물에 잠기도록 하여 1일간 방치한다. 이렇게 되면 원통시료는 포화상태가 된다. 포화된 원통을 수중에서 꺼내어 과잉된 수분을 배제하고, 위 아래뚜껑을 한 후 칭량한다. 1일간 방치한 후에도 토양의 표면까지 물을 흡수하지 않는 경우에는, 칭량한 후 다음 순서인 투수속도를 측정한 후에 50%알코올에 적신 후 재차 수중에 1일간 침적시켜 재포화 시킨 후 재칭량한다. 포화시킨 중량에서 원통의 중량을 빼 것이 포화시 전중량이다. 포화시 전중량을 측정한 후 투수속도의 측정, 토주에 의한 pF가의 측정, 흡수관에 의한 흡수를 행한 후 pF가를 측정한 후에, 원통 속의 토양을 꺼내어 풍건한다.

3. 투수속도의 측정

토양의 투수성은 토양의 배수, 환기의 기능을 나타내는 것으로써, 물리성중에서도 특히 중요한 것이고 임목의 성장과 밀접한 관계가 있다. 이 투수성은 포화상태인 토층을 일정한 수두로 하여 물이 이동하는 속도를 표현하는 것이 가능하며 이것을 투수속도라고 부른다. 원통시료를 투수가 시작한 후 5분 후부터 정확히 1분간을 측정하여 투수속도로 한다. 투수속도를 측정함에 앞서서 시료 수송 중 진동에 의한 간극 또는 지중동물, 부후근에 의한 구멍은 파라핀을 사용하여 충전한 후 투수속도를 측정한다.

4. pF가의 측정

pF가는 토양과 수분의 에너지 관계를 나타내는 방법으로 토양의 습윤 상태를 적절히 표시하여, 토양중의 수분의 성질, 동향을 잘 나타내는 방법으로 평가되어 일반적으로 넓게 사용된다. pF가의 측정법은 빙점법, 대기압법, 원심력법, 흡인법등 여러 가지 방법이 사용되지만, 어느 것이나 측정범위에 한계가 있어서 pF가의 모든 범위를 측정할 수 있는 방법은 없다. 흡인법은 낮은 pF가의 영역(pF 0 - pF 2.7)까지 측정할 수 있지만 토양구조, 공극의 상태가 pF곡선의 낮은 pF가 부분을 반영하고, 자연상태의 토양시료에서 측정가능하므로, 산림토양의 경우 pF측정시 흡인법의 변형인 토주법과 흡수판법을 채용하였다.

(가) 토주법

자유 수면 상에 토주를 세우는 방법과 사주의 상부에 시료원통을 놓아 자유수와 평형상태가 되게 하는 사주법이 있다. 토주법은 내경5cm의 전속원통 또는 플라스틱 원통을 쌓아, 연결부분을 비닐테이프로 봉하여 바라는 높이의 토주가 되도록 한다. 수분 평형 후 각 원통의 높이별 보유수분을 측정한다. 사주법에 사용하는 모래는 입도가 적은 것이 좋고 보통 0.25mm이하가 좋다. 사주의 높이는 자유수면의 높이를 바꾸는 조작에 의하여 바라는 pF로 조절한다. 사주법의 경우도 최초는 사주를 포화시켜 원통시료와 수리학적 연속을 이룬 후 자유수면을 내린다. 사주를 포화할 때는 하부에서 천천히 흡수시켜 모관수가 끊어지지 않도록 주의한다. 자유수면에서 시료까지 높이는 원통시료의 중심점을 취하였다.

(나) 흡수판법

전반적인 pF수분곡선을 만드는데는 장시간 소요하므로 어느 특정 pF가의 공극분포를 신속하고 간편하게 하는 흡수판법이 있다. 흡수판에 의한 탈수점이 pF2.5-2.7에 상당한다. 흡수판의 재질에 의해 흡수능력이 다른 측정가를 얻을 수 있다고 생각되지만, 탈수점의 pF치는 재질이 달라도 큰 차가 없다. 이것은 흡수판에 의한 탈수점이 토양에서 수분이동의 정지점으로 흡수판 재질의 상이에 좌우되는 것은 아니기 때문이다.

5. 풍건후의 원통시료의 처리

풍건한 시료는 전체의 중량을 칭량하고 유봉으로 가볍게 눌러 파쇄하여 2mm의 체를 사용하여 식물뿌리와 자갈을 구별한다. 전처리에서 얻은 세토 시료를 1일간 105도의 항온기에서 건조시킨 후 칭량하여 pF가 1.0, pF가 2.7일 때의 토양 수분 함량을 구하였다.

제 2절 발파에 따른 공극량 및 투수계수 변화

보은 한화 조사구에서 깊이 50cm를 천공한 후, 40g의 폭약으로 폭파한 후 발파지점 좌우로 표 4.1.와 같이 400cc 원통으로 토양을 채취하였고, 다른 지역과 비교하기 위하여 충북대 조사구에서 5 개, 월악산 조사구에서 9개를 채취하여 비교하였다. 그 결과를 표 4.1 과 표 4.2에 나타내었다.

표 4.1. 보은 한화 조사구의 400cc원통 채취 위치의 원통 번호

채취 깊이	발파 좌측 30 cm	발파 지점	발파 우측 30 cm	발파 우측 60 cm
0 - 5 cm	16	11	21	26
10 - 15	17	12	22	27
20 - 25	18	13	23	28
30 - 35	19	14	24	29
40 - 45	20	15	25	30

표 4.2. 보은 한화 조사구의 공극분포 및 투수계수

구분	고상 %	전공극 %	세공극 %	중공극 %	조공극 %	가비중	투수계수 cc/min
보은 발파지점	56.94	43.06	20.92	4.60	17.54	1.434	322.1
보은 발파30cm	56.72	43.28	24.66	3.86	14.76	1.486	238.4
충북대	44.16	55.84	38.68	4.52	12.64	1.142	220.5
월악산	46.48	53.52	29.64	5.13	18.74	1.140	506.6

표 4.2.에서 보이는 바와 같이 순열발파에 의하여 전체 공극의 양에는 큰 영향을 미치지 않으나 조공극량이 증대되며, 세공극이 감소하는 것을 보여 주고 있다. 조공극량이 증가되므로 투수계수가 높아지고, 따라서 통기성도 양호하여진다고 사려된다. 원래 발이었던 보은 지역은 공극량이 자연 상태지인 월악산과 충북대 산림지역과 비교하여 보다 적으며, 이를 뒷받침하는 것으로 가비중의 값이 1.4이상으로 치밀하게 답압된 상황을 나타낸다.

제 3절 결 론

토양의 물리적 성질이 식물의 생장에 영향을 주는 것은 오래 전부터 알려져 왔다. 이들 물리성 중에서 순열 발파에 의하여 영향을 많이 받았으리라고 생각되는 토양의 구조, 투수성, 공극배분에 대하여 중점적으로 조사하였다. 보은 한화 조사구에서 깊이 50cm를 천공한 후, 40g의 폭약으로 폭파한 후 발파지점과 충북대 조사구의 결과에서 다음과

같은 결론을 얻었다.

순연발파에 의하여 전체 공극의 양에는 큰 영향을 미치지 않으나 조공극량이 증대되었다. 그러나 세공극이 감소하는 것을 보여 주고 있다. 조공극량이 증가되므로 투수계수가 높아지고, 따라서 통기성도 양호하여진다고 사려된다. 답압된 보은 지역의 공극량은 자연 상태지인 월악산과 충북대 산림지역과 비교하여 보다 적게 나타났다. 답압된 토양에서의 조공극량의 증가는 통기량의 증가로 인하여 임목 근계의 활성을 유도하는 것으로 사려된다.

제 5장 산림 토양내 소동물(곤충상)변화 조사

산림은 생태계의 한 부분을 차지한다. 그 안에는 여러 가지 식물상뿐만 아니라 다양한 동물상이 같이 공존하고 있다. 긴밀한 연결 고리에 의하여 서로 영향을 주며 또한 영향을 받는다. 그러한 상황하에서도 어느 일정한 평형 상태를 유지하는 것이 산림 생태계이다. 이러한 산림 생태계 내에 외부의 힘이 작용하게 되면 평형을 이루었던 상태가 일시적으로 무너지게 되고 또다른 평형 상태를 유지하게 된다. 산림에 대한 환경평가에서 민감한 부분이 토양 미소동물이다. 이들에 대한 순연발파의 영향을 계측함으로써 산림생태계에 미치는 영향을 정량화 하고자 하였다.

제 1절 시험지 개황 및 조사 방법

조사지역은 충북 보은군으로 제 6장의 임목 성장량 조사지내이다. 무발파지가 발파지 보다 약간 양호한 성장을 보이며, 활착율에서는 발파구가 무발파구보다 양호한 것으로 나타났다. 토성은 양토이며, 토색은 석회암을 모재로 하는 암갈색 토양이다. 토양 산도는 4.7로써 강산성토양이다. 원래 자연 상태의 산림지역이 아니라, 폐경된 밭에 임목을 식재한 곳으로 투수성이 좋지 못하고, 입단구조의 토양이 발달되지 못하는 등 임목생장에 불리한 지역이다.

화약 발파의 영향을 보기 위하여 발파구와 대조구내 및 충북대 산의 토양미소동물을 조사하였다. 토양 미소동물의 회복 정도를 보기 위하여 경과일수에 따른 변화와 잣나무 15년생지에서의 1년 경과 후의 상태 및 식생의 종류에 따른 미소동물의 변화를 조사하였다. 각 조사구에서는 지피 식생을 제거 후 깊이 50cm를 천공하고 화약량 20g으로 발파하고 조사를 시작하였다. 광물질 토양 공극내의 토양 미소동물의 분포 조사에 한정하였으므로 조사토양은 각 조사구에서 표토부위의 유기물을 제거하고 채토기를 이용하여 깊이 15 cm를 한계 깊이로 하여 채취하였다. 생중량 500g내의 토양에 포함되어 있는 0.1 mm이상 크기의 토양 미소동물을 채취하기 위하여 Berlese장치를 이용하였고, 이 장치를 이용하여 내부는 온도가 65℃이상이 되도록 백열 전구를 48시간 켜 놓아서, 격자망 밑에 토양 미소동물이 빠져 나올 수 있도록 한 후, 토양미소동물이 물을 담은 병에 포집되도록 하였다. 포집된 토양미소동물은 해부 현미경(배율 20 - 40x)하에서 분류 동정하고 그 개체 수는 전수 조사하였다.

제 2절 조사 결과

1. 발파 경과일 수에 따른 토양 미소동물의 변화

토양 미소동물의 조사는 발파 후 경과일에 따라 7회에 걸쳐 조사하고 발파 경과 일수에 따른 토양 미소동물의 회복 상황을 표 4.1.과 같이 요약하였다. 주요 발현 미소동물은 톱토기, 응애이며 개미, 절지 동물류, 좀붙이류, 다족류들이 출현하였다. 조사 기간중 7/18일 이후는 강우가 빈번히 있었으므로 기후 요인에 의한 변이가 많이 개입되어 있으

리라 생각되며 생활상의 변화에 따른 변화는 식별하기 어려웠다. 순연발파한 지역에서의 토양미소동물 발현빈도는 96% 증가하여 자연상태의 산림지역(충북대 산)의 수준을 상회하고 있다. 조사 반복간 토양 미소동물의 변이가 심하지만 전체적인 평균값으로 볼 때 발파지역의 토양미소동물이 증가하였다. 이는 발파 후의 토양 조건의 개량으로 토양 미소동물의 생육 여건이 개선되었음에 기인하는 것으로 사려된다.

표 5.1. 발파 경과일 수에 따른 토양 미소동물의 변화

구분 \ 일자	발파전	7/12	7/14	7/18	7/22	8/8	D365	평균
충북대 산 계		21		9	10	26		16.5
특토기	-	13	-	0	0	1	-	(185%)
응애류		7		7	3	24		
기타		1		2	7	1		
보은발파구 계	1	6	27	5	4	68	11	17.4
특토기	0	0	0	0	1	2	1	(196%)
응애류	1	0	4	4	2	6	6	
기타	0	6	23	1	1	60	4	
보은대조구 계	1	12	1	31	9	8	0	8.9
특토기	0	8	0	1	0	0	0	(100%)
응애류	1	2	1	28	3	2	0	
기타	0	2	0	2	6	6	0	

* 기타 : 개미, 절지 동물류, 쯤붙이류, 다족류

* 7/18일 이후는 강우가 빈번히 있었음

2. 잣나무림 15년생지의 토양미소동물 분포

잣나무 15년생지에서 발파한 후 1년 경과 후에 조사한 것으로 발파구 7반복, 대조구 2반복에 대한 조사를 표 5.2에 나타내었다. 발파구의 토양 미소동물은 대조구의 64%의 회복률을 보이고 있다. 표 5.1과 표 5.2는 서로 상치되는 결과를 보이고 있다. 이는 조사 반복간의 변이 또는 주위 여건에 따른 변이라고 사려된다.

표 5.2. 잣나무림 15년생지의 토양미소동물 분포

구 분	반 복							평균
발파구 계	15	4	18	40	4	2	8	13.0
특토기	10	1	11	7	1	0	2	(64%)
응애류	1	2	7	4	2	2	5	
기타	4	1	1	29	0	0	1	
대조구 계	39	2						20.5
특토기	7	1	-	-	-	-	-	(100%)
응애류	30	1						
기타	2	0						

3. 식생별 토양미소동물 조사

발파 1년 경과 후, 식생간 토양 미소동물의 회복의 정도는 표 5.3에 나타내었다. 그 정도는 은행나무 조림지, 잣나무조림지, 메타세코이아 조림지 순이었다. 은행나무는 잎의 부식량이 많아 토양미소동물의 서식이 양호한 것으로 사려된다. 표 5.1과 표 5.2는 서로 상치되는 결과를 보이고 있다. 이는 조사 반복간의 변이 또는 표 5.3.에서와 같이 주위 여건에 따른 변이라고 사려된다.

표 5.3. 식생별 토양미소동물 조사 (1995. 6. 24)

구 분		반 복				평균
잣나무	계	10	15	1		8.7
특토기		1	2	0	-	(50%)
응애류		9	13	1		
기타		0	0	0		
메타세코이아	계	2	0	8	18	7.0
특토기		0	0	3	5	(40%)
응애류		2	0	2	13	
기타		0	0	3	0	
은행나무	계	35	0			17.5
특토기		0	0	-	-	(100%)
응애류		10	0			
기타		25	0			

제 3절 결 론

산림은 생태계의 한 부분으로써 긴밀한 연결 고리에 의하여 서로 영향을 주며 또한 영향을 받는다. 산림 생태계내에 외부의 힘이 작용하게 되면 평형을 이루었던 상태가 일시적으로 무너지게 되고 또다른 평형 상태를 유지하게 된다. 산림에 대한 환경평가에서 민감한 부분이 토양 미소동물로써 이들에 대한 순연발파의 영향을 계측함으로써 산림생태계에 미치는 영향을 정량화 하였다.

토양 미소동물의 조사는 발파 후 경과일에 따른 토양 미소동물의 회복 상황으로써 순연발파한 지역에서의 토양미소동물 발현빈도는 96% 증가하여 자연상태의 산림지역(충북대 산)의 수준을 상회하고 있다. 이는 발파 후의 토양 조건의 개량으로 토양미소동물의 생육 여건이 개선되었음에 기인하는 것으로 사려된다. 잣나무 15년생지에서 발파한 후 1년 경과 후에는 발파구의 토양 미소동물은 대조구의 64%의 회복률을 보이고 있다. 또한 발파 1년 경과 후, 식생간 토양 미소동물의 회복의 정도는 은행나무 조림지, 잣나무조림지, 메타세코이아 조림지 순이었다. 은행나무는 잎의 부식량이 많아 토양미소동물의 서식이 양호한 것으로 사려된다. 이상의 결과에서 순연 발파의 토양미소동물에 미치는 영향은 경미하거나 양호한 방향으로 토양구조의 개선이 이루어진다고 사려된다.

제 6 장 토사 유토량 조사

과거의 한국의 황폐하였던 산이 제 1차 및 2차 치산 녹화 10개년 계획이 성공리에 수행되어 푸름을 되찾고 삼림이 조성됨에 따라 삼림이 환경 보존 특히 수자원과 토사유실 방지에 미치는 영향에 대하여 국민들의 관심도 높아지고 있다. 삼림은 임관에 의하여 강수의 일부를 차단시키고 강우 강도를 약화시켜서 토양 내에 많은 스며들게 하여 땅의 표면에 흐르는 양을 크게 줄인다. 스며드는 양이 많아짐에 따라 홍수량이 적어지고 흐름의 속도가 느린 땅속을 흐르는 양이 늘어나기 때문에 서서히 유출되어 건조기에도 물의 흐름이 그치지 않도록 한다. 또한 낙엽, 가지, 지피 식생에 의하여 땅의 표면이 보호되어 유토 저지 효과도 나타낸다.

삼림은 임산물을 공급하는 직접적인 효용 외에 수자원 함양, 토사 유출 방지, 홍수 조절 등으로 인간 생활 환경을 보전하는 간접적인 효용이 과거로부터 경험적으로 인식되어 치산치수의 근간이 되어 왔으며 현재도 삼림의 복합적 상호 작용이 인식되고 정량화 됨에 따라 수자원 함양과 상류유역의 보전 측면에서 그 기능이 더욱 중요시 되고 있다. 삼림의 수자원에 미치는 영향에 대하여 과대 평가할 수는 없지만 과거 삼림 황폐로 인한 많은 토사 재해를 생각하면 삼림의 역할이 적다고 할 수는 없다. 이러한 삼림을 교란하게 되면 토사 유출량이 극심하게 증대되며 수질이 악화되는 것을 예견할 수 있다. 본 조사에서는 임목 생장을 촉진하고자하는 순연 발파가 토사유출에 미치는 영향의 정도를 파악하는 예비 시험으로써 각 조사구의 유출 토사 특성을 조사하였다.

제 1절 시험지 개황 및 관측 방법

본 연구의 조사는 삼림 소유역을 대상으로 산지 사면에서의 물의 흐름 과정을 파악하는데 역점을 두어 중부 산림 지역인 충북 대학교 부속 연습림(월악산)내에 고정 조사지를 설치하여 토사 유출량을 조사하였다. 설정된 조사구 주위 유역은 평균 경사도가 28° 이며 상부 주계곡의 경사도는 35° 인 급한 경사 지대이며, 상부유역과 주계곡은 너비 5m 정도의 암반이 노출되어 전체 유역 면적의 14.2%가 암반 노출지이다. 유역 좌하단에 수고 7-8m의 소나무가 밀생하고 여타 지역은 소나무, 진달래, 참나무류가 산생하는 척암 임지이다. 명확한 암반층을 형성하고 있어서 유역 외부로 누수가 없으리라고 사료되는 산림유역이다. 토심이 1m 이상 되는 곳은 유역의 좌측 하단뿐이며, 토심 50cm 이상이 되는 면적은 20%이다.

강우량은 0.5mm당 1회 전도하는 전접식 자기 강우계로 측정하였다. 급한 경사, 얇은 토층 및 암반 노출지가 많으므로 해서 강우에 대하여 빠른 유출 특성을 보일 것으로 사료되는 지역이다.

폭파에 의한 토양의 유실에 대한 영향을 파악하고자 하였다. 사면 경사별, 강우 강도별 토양 침식량을 대조구와 함께 설치하여 비교하였다. 시험플롯의 규모는 가로 2.5 m, 세로 5 m로 하고 2회 반복하였다. 시험플롯의 상단에는 돌림배수로를 설치하여 유수가 플롯내에 유입하지 않도록 하였고, 하단에 U자형 주름관으로 저사구를 설치하여 유출

토사의 측정이 용이하게 하였다. 사면 경사에 따라 5도 1개소, 15도 2개소, 35도 1개소를 선정하였다. 각 조사구의 사양은 다음과 같다.

- ① 1호구 : 경사 15도, 토양 피복도 0 %
- ② 2호구 : 경사 15도, 토양 피복도 45 %
- ③ 3호구 : 경사 5도, 토양 피복도 0 %
- ④ 4호구 : 경사 35도, 토양 피복도 10 %

제 2절 조사 결과

1. 월악산 토사유출량 조사구 월별 강우량

조사 지역의 월별 강우량은 표 6.1.과 같다. 1995년도에는 8월에 전국 여타 지역에도 집중적으로 폭우가 내려 산사태 발생이 우심 하였고 따라서 본 조사 구역에서도 예년에 비하여 상대적으로 많은 토사의 유출이 발생하였다.

표 6.1. 월악산 토사유출량 조사구 월별 강우량

년 \ 월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1992	-	-	-	-	-	-	215.0	207.0	142.0	-	-	-
1993	7.0	62.8	32.2	53.5	102.5	151.0	252.5	301.0	136.5	39.5	62.5	14.4
1994	7.5	7.5	43.5	18.0	69.5	283.0	119.0	284.5	199.5	193.5	24.0	4.5
1995	-	-	72.0	56.5	55.5	47.5	198.0	594.0	29.5	33.5	35.0	-

2. 월악산 토양침식량

각 조사구의 토양 침식량을 표 6.2.에 나타내었다. 강우별 침식량을 측정하고자 계획하였으나, 토사 퇴적구의 침수로 인하여 호우기인 7월과 8월의 집중호우기에는 구별 측정이 불가능하였다. 전체 5회를 측정하였고 이에 영향을 미친 강우는 925mm이었다. 경사도는 같으나 피복상태가 다른 1호구와 2호구 현격한 양상을 보이고 있으며 지피 식생의 영향을 잘 나타내주고 있다. 경사가 훨씬 급한 4호구에서의 토사 유토량은 1호구와 거의 같은 양상을 보이고 있으며 이는 4호구의 토양 견밀도가 낮으며 사력질의 토양으로 되어 있어서 배수가 양호하였던 연유에 기인한다고 하겠다.

표 6.2. 월악산 토양침식량 조사

단위 kg

측정 일자	유 효 강우량 mm	1호구		2호구		3호구		4호구	
		a	b	a	b	a	b	a	b
5/20	55.0	0.240	0.900	0.220	0.130	0.100	0.200	0.260	0.270
6/ 3	19.5	0.190	0.250	0.160	0.070	0.070	0.160	0.170	0.130
7/ 1	28.0	-	-	0.755	0.410	1.033	2.416	5.591	2.850
9/29	822.5	51.675	54.038	14.387	7.634	15.326	13.363	45.748	44.220
계	925.0	52.105 (100%)	55.188 (106%)	15.522 (30%)	8.244 (16%)	16.529 (32%)	16.139 (31%)	51.769 (99%)	47.470 (91%)

* 7/1 - 9/29는 침수가 되어 유토 채취가 구분되지 않음

* 7/1의 1호구는 측정을 하지 못하고 9/29에 포함됨

* 9/29에 누적치 모두를 측정함

3. 월악산 조사구내 및 침식 토양의 입경 분포

월악산 유토 조사구내 토양의 입경 분포와 침식된 토양의 입경 분포를 표 5.3.과 표 5.4.에 나타내었다. 1호구와 2호구에 비하여 4호구는 사력질 입자(굵은 입자)의 토양이 많이 분포되어 있다. 사력질 입자가 많으므로 침식에 대한 저항성이 생겨서 경사가 급함에도 불구하고 토사 유출의 발생은 상대적으로 낮았다. 4호구의 경우 플롯내 토양보다 저사구에 쌓인 침식토양의 입경이 상대적으로 작게 나타나 입자가 가는 것이 우선적으로 유출되는 것을 알 수 있다.

표 6.3. 월악산 조사구내 토양의 입경 분포 단위 %

구분	1호구	2호구	4호구
2.80 mm 이상	10.3	8.8	18.9
2.80 - 2.00	3.4	7.5	8.1
2.00 - 1.00	17.0	28.4	23.2
1.00 - 0.425	32.0	30.0	22.9
0.425 - 0.250	16.4	10.7	9.4
0.250 - 0.212	2.7	1.7	2.1
0.212 - 0.106	9.5	5.0	6.0
0.106 - 0.075	2.5	1.3	2.2
0.075 - 0.038	3.2	2.1	3.1
0.038 mm 이하	3.0	4.4	4.0

* 4호구의 토양이 1호구, 2호구에 비하여 상대적으로 입경이 큰 것이 분포되어 있다.

표 6.4. 월악산 침식토양의 입경 분포(4호구) 단위 %

구분	플롯내 토양	침식토양
2.80 mm 이상	18.9	9.1
2.80 - 2.00	8.1	4.8
2.00 - 1.00	23.2	16.5
1.00 - 0.425	22.9	29.3
0.425 - 0.250	9.4	15.5
0.250 - 0.212	2.1	2.9
0.212 - 0.106	6.0	9.8
0.106 - 0.075	2.2	2.8
0.075 - 0.038	3.1	6.8
0.038 mm 이하	4.0	2.4

* 플롯내의 토양에 비하여 침식토양의 직경 분포는 보다
 고운 입자들이 침식되었음을 알 수 있다.

4. 월악산 유토량 조사구 종단면도

각 조사구내의 침식과 퇴적 양상을 동적으로 파악하기 위하여 종단면을 7월1일과 11월2일에 계측하여 그림 6.1.에 나타내었다. 상단 부분이 많이 침식되었고 하단부에 울수록 종단면의 형태가 거의 변화되지 않은 것으로 보아 이 부분에서는 침식과 퇴적이 거의 평형을 이루는 것으로 사려된다.

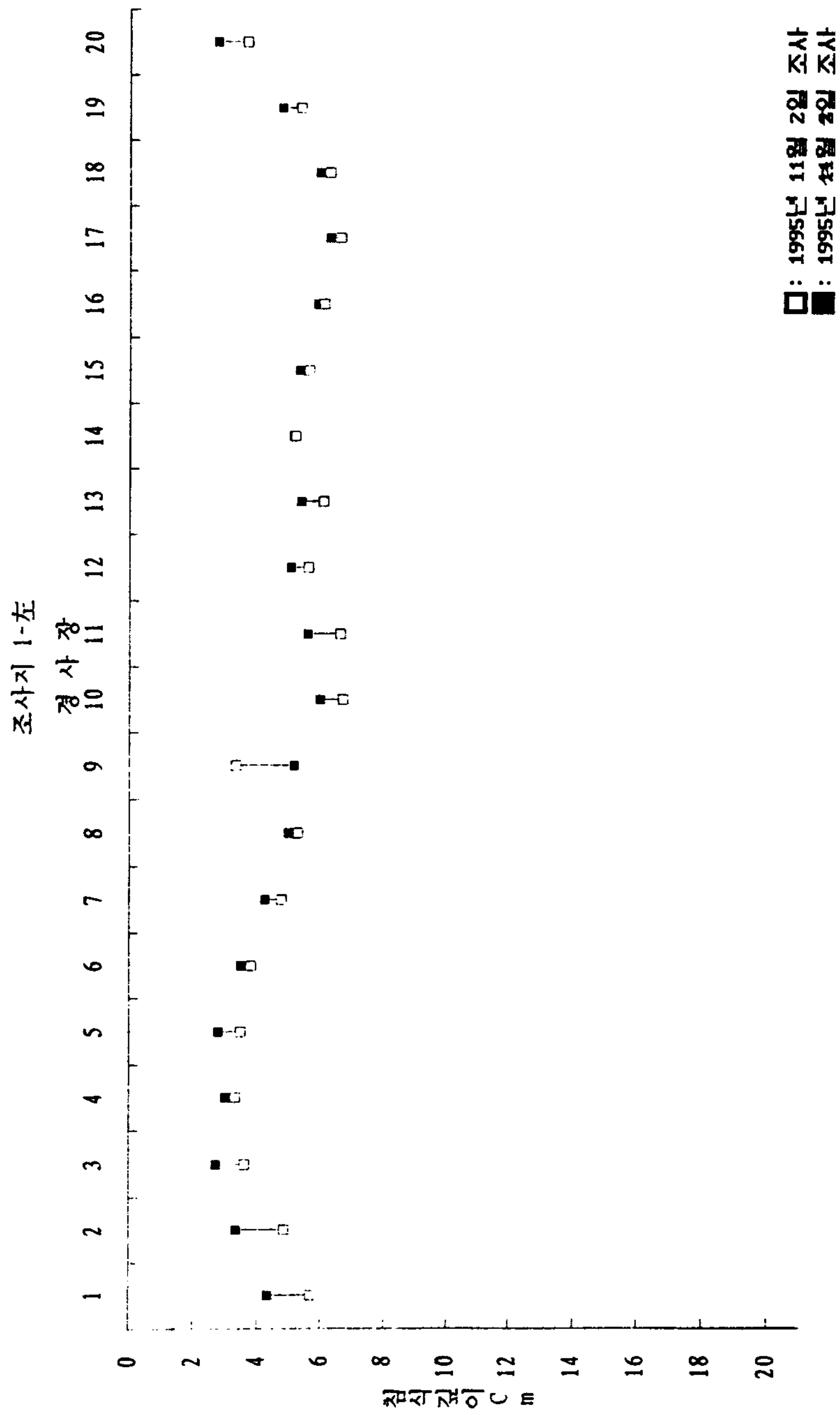


그림 6.1. 월악산 유토량 조사구 종단면도

제 3절 결 론

토사는 강우에 의하여 직접적 원인에 의하여 유출되지만, 삼림은 임관에 의하여 강수의 일부를 차단시키고 강우 강도를 약화시켜서 토양 내에 많은 스며들게 하여 땅의 표면에 흐르는 양을 크게 줄인다. 스며드는 양이 많아짐에 따라 홍수량이 적어지고 흐름의 속도가 느린 땅속을 흐르는 양이 늘어나기 때문에 서서히 유출되어 건조기에도 물의 흐름이 그치지 않도록 한다. 또한 낙엽, 가지, 지피 식생에 의하여 땅의 표면이 보호되어 유토 저지 효과도 나타낸다. 이러한 삼림을 교란하게 되면 토사 유출량이 극심하게 증대되며 수질이 악화되는 것을 예견할 수 있다. 본 조사에서는 임목 생장을 촉진하고 자하는 순연 발파가 토사유출에 미치는 영향의 정도를 파악하는 예비 시험으로써 각 조사구의 유출 토사 특성은 다음과 같이 요약된다.

1. 1995년도에는 8월에 594mm의 강우가 집중적으로 본 조사 구역에서도 예년에 비하여 상대적으로 많은 토사의 유출이 발생하였다.
2. 월악산 토양침식량의 직접적인 강우량은 925.0 mm이었으며, 식생 피복에 의하여 토사 유출량을 16 - 30%까지 감소시킬 수 있었다.
3. 플롯내 토양보다 저사구에 쌓인 침식토양의 입경이 상대적으로 작게 나타나 입자가 가는 것이 우선적으로 유출되는 것을 알 수 있다.

제 7 장 임목생장 및 착과에 미치는 영향

제 1 절 발파후 식재

1. 산지 - 잣나무 (4년생,신조림지)

가. 재료 및 방법

시 험 지 : 충북 보은군 마로면 기대리

발 파 : 1995년 4월 10일

시험규모 : 발파 70본 무발파 70본 계 140본

나. 시험결과

표 7.1 신초생장량 및 생존율

구 분	발파지	무발파지
신초생장총량 (평균)	29.69mm	32.57 mm
생존율	94.3%	84.3%

다. 결 론

무발파지가 발파지 보다 약간 양호한 생장을 보였는데 유의성은 없는 것으로 나타나 두처리간에 차이가 없는 것으로 판단할 수 있다. 활착율에서는 발파구가 무발파구보다 양호한 것으로 나타났다. 발파 당년의 결과이므로 앞으로 2-3년 더 조사해야 할 것으로 판단된다.

2. 평탄지(폐경지)- 메타세코이아, 은행나무, 잣나무

시험장소 : 충북 보은군 내북면 염둔리 (주)한화 보은공장내

시험구 배치(발파처리는 깊이별로 실시)

A-1 잣나무 16주 발파 40cm	A-2 잣나무 16주 발파 80cm	A-3 은행나무 25주 발파 80cm	B-1 잣나무 16주 발파 40cm	B-2 잣나무 16주 발파 80cm	B-3 은행나무 25주 발파 80cm	C-1 잣나무 16주 발파 40cm	C-2 잣나무 16주 발파 80cm	C-3 은행나무 25주 발파 80cm
A-4 잣나무 16주 발파40cm 비료주입	A-5 메타 9주 발파40cm 비료주입	A-6 은행나무 25주 발파40cm 비료주입	B-4 잣나무 16주 발파40cm 비료주입	B-5 메타 9주 발파40cm 비료주입	B-6 은행나무 25주 발파40cm 비료주입	C-4 잣나무 16주 발파40cm 비료주입	C-5 메타 9주 발파40cm 비료주입	C-6 은행나무 25주 발파40cm 비료주입
A-7 잣나무 16주 무처리	A-8 은행나무 25주 발파40cm	A-9 은행나무 25주 무처리	B-7 잣나무 16주 무처리	B-8 은행나무 발파 40cm	B-9 은행나무 25주 무처리	C-7 잣나무 16주 무처리	C-8 은행나무 25주 발파40cm	C-9 은행나무 25주 무처리
A-10 메타세콰이어 9주 무처리	A-11 메타 9주 발파80cm	A-12 메타 9주 발파40cm	B-10 메타 9주 무처리	B-11 메타 9주 발파80cm	B-12 메타 5주 발파40cm	C-10 메타 9주 무처리	C-11 메타 9주 발파80cm	C-12 메타 9주 발파40cm
A-13 감자 발파 40cm	A-14 감자 무처리	A-15 감자 80cm	B-13 가지 발파 40cm	B-14 가지 무처리	B-15 가지 발파 80cm	C-13 고추 발파 40cm	C-14 고추 무처리	C-15 고추 발파 80cm

그림 7.1. 평탄지 시험구 배치도

가. 메타세코이아

(1) 재료 및 방법

- 처리 1 발파 40cm, 비료무처리
- 처리 2 발파깊이 40 cm, 비료처리
- 처리 3 발파깊이 80cm, 비료무처리
- 처리 4 무발파, 비료무처리
- 시험규모 처리당 3반복 반복당 9본

(2) 시험결과

표 7.2. 신초의 총생장량(10월 12일 조사)

단위 cm (활착율;%)

	처리 1	처리 2	처리 3	처리 4
반복 I	31.1(88.9)	47.4(33.3)	22.9(88.9)	25.1(88.9)
반복 II	46.3(88.9)	40.1(33.3)	37.0(100.0)	17.4(77.8)
반복 III	18.7(66.7)	37.7(100.0)	15.4(88.9)	28.4(88.9)
평균	32.0(81.5)	41.7(55.5)	25.1(92.6)	23.6(85.2)

(3) 결 론

본 결과는 식재 당년의 당년의 결과로써 뿌리의 발달이 제대로 이루어 지지 않았을 것으로 판단되어 시험결과 만을 보이며 결과분석은 생략한다.

나. 은행나무

(1) 재료 및 방법

시험목: 평균묘고 1 m 정도의 6년생 묘목

시험규모 처리당 3반복 반복당 25본

비료주입 방법: 발파공을 뚫고 비료를 넣고 발파함

발파 후 묘목을 식재하고 5.18, 6.24, 7.25, 8.14, 10.12 5회에 걸쳐 신초생장을 조사

(2) 시험결과

표 7.3. 신초의 총생장량(10월 12일 조사)

단위 cm (활착율;%)

	처리 1	처리 2	처리 3	처리 4
반복 I	10.7(76)	9.1(72)	6.7(56)	10.3(72)
반복 II	12.3(88)	5.9(44)	3.5(28)	7.1(64)
반복 III	12.8(92)	12.2(72)	10.4(72)	9.6(64)
평균	11.9(85.3)	9.1(62.7)	6.8(56.0)	9.0(66.7)

처리방법

처리 1 발파 40cm, 비료무처리

처리 2 발파깊이 40 cm, 비료처리

처리 3 발파깊이 80cm, 비료무처리

처리 4 무발파, 비료무처리

(3) 고찰 및 결론

본 결과는 식재 당년의 당년의 결과로써 뿌리의 발달이 제대로 이루어 지지 않았을 것으로 판단되어 시험결과 만을 보이고 결과분석은 생략한다.

제 2 절 기조림지 근계부의 발파

1. 잣나무 조림지(14년생)

가. 재료 및 방법

발 파 : 1994년 4월 2일

시험본수 : 처리당 16본

시험장소: 충북 보은군 내북면 염둔리 한화 보은공장내

토양조건 : 토성 양토 또는 사질양토, 토양산도 4.7로 강산성 토양

나. 시험결과

표 7.5. 토양분석 결과

구분	유기물 %	전질소 %	유효인산 ppm	치환성 (me/100g)				C.E.C me/100g	토성	산도 pH
				K	Na	Ca	Mg			
보은 발파구	1.6	0.112	62.3	0.39	0.27	2.95	2.48	15.40	L	4.6
보은 무발파구	1.6	0.263	93.6	0.31	0.25	2.87	0.86	16.28	L	4.7
잣나무 조림지	2.2	0.132	239.2	0.63	0.27	3.73	1.79	11.88	L	5.3
충북대 산	0.9	0.084	19.6	0.27	0.22	1.20	1.52	15.40	L	4.4
월악산	1.1	0.073	11.9	0.07	0.25	0.57	0.44	9.90	SL	5.8

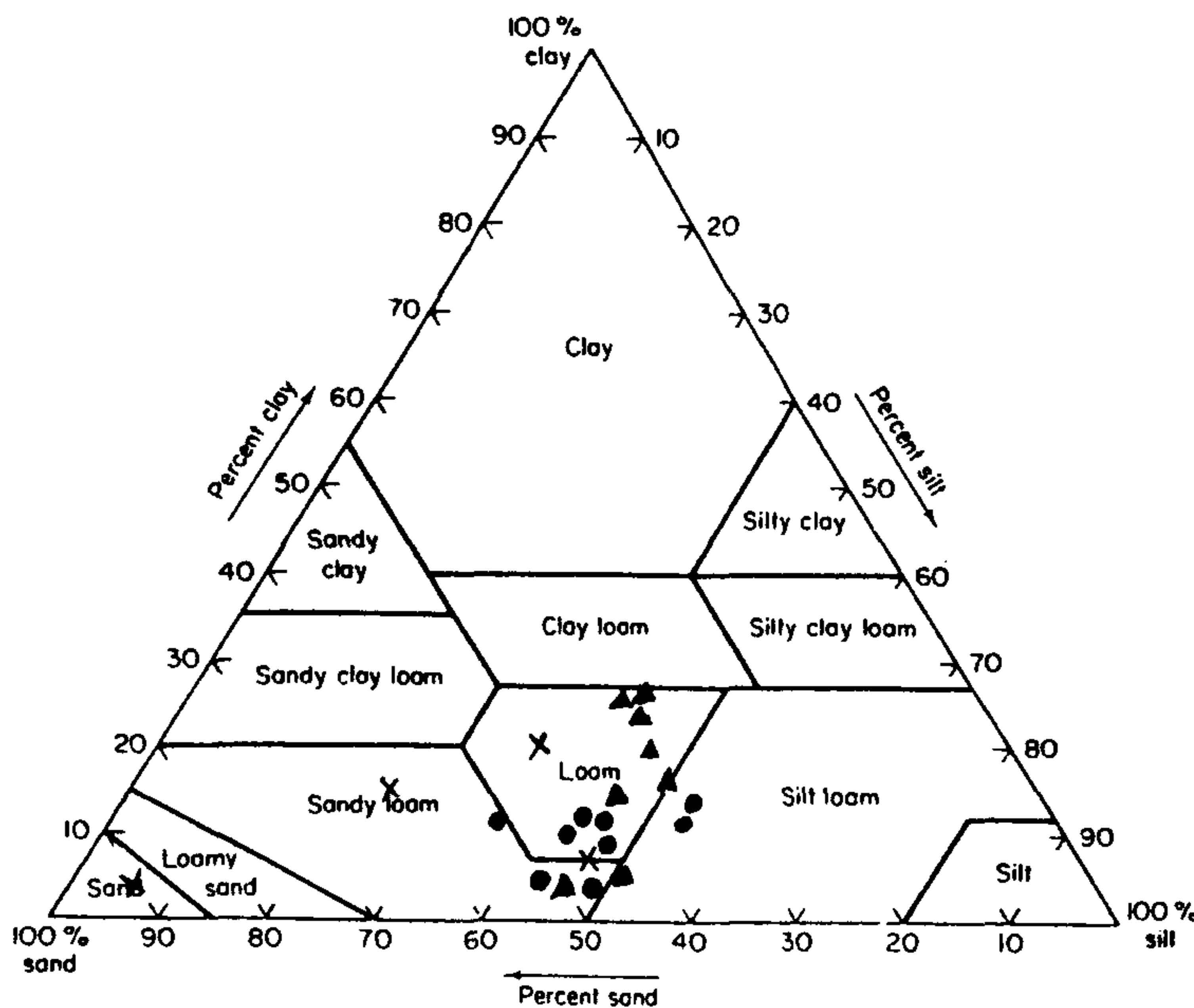


그림 7.1 시험지의 토성 ● 보은 유령림 ▲ 보은 잣나무 × 월악산

표 7.3. 처리별 신초생장량

plot	무발파		발파,거리 20cm 깊이 40cm		발파,거리 50cm 깊이 40cm	
	94년도 누적분	95년도	94년도 누적분	95년도	94년도 누적분	95년도
'95. 4. 1	49.63	0.00	47.16	0.00	46.04	0.00
4.29	54.96	5.32	51.71	4.55	51.42	5.38
5.22	74.70	25.06	71.31	24.15	67.71	23.67
6.10	88.72	39.08	87.77	40.61	81.26	35.22
7. 5	96.79	47.15	94.00	46.84	95.05	49.01
7.25	99.33	49.69	97.79	50.63	98.63	52.59
9. 1	100.95	51.32	100.10	52.94	101.96	55.92
rate(%)	100.00	100.00	99.15	103.16	100.99	108.96

다. 고찰 및 결론

94년도 생장량을 누적할 경우는 발파처리 모두 차이가 없는 것으로 나타났으나 95년도 생장만을 볼 때는 발파거리 50cm 깊이 40cm 처리구가 무발파와 발파거리 20cm, 깊이 40cm에서 우수한 생장을 보였으며 유의성도 있었다. 이는 발파 당년 보다 점차 생장이 좋아지는 것으로 앞으로 계속적인 결과조사에 의해 보다 확실한 결과를 얻을 수 있을 것이다.

2. 밤나무(밤 중량)

가. 재료 및 방법

시험장소 : 충북 보은군 내북면 염둔리 한화 보은공장내

발 파 : 1995년 5분 깊이 40cm 3 공

수 령 : 13년생

조사내용 : 밤 중량(각 23립)

나. 결 과

표 7.4. 밤 중 량

단위: g

개 체	1	2	3	4	5	비교목
평균중량	11.9	16.1	18.3	10.8	13.6	15.5

다. 고찰및 결론

밤의 중량에 있어서는 무발과목이 발과목의 중간정도로 나타나 차이가 없는 것으로 볼 수 있다. 총 수확량을 조사함으로써 보다 정확한 결과를 얻을 수 있으리라고 생각된다.

3. 사과나무(사과 중량및 착과수)

가. 재료및 방법

시험장소 : 충북 보은군 내북면 동산리 과수원(소유주:전원복)

발 과 : 1995년 5본 깊이 40cm 3 공, 나무로부터의 거리 50cm, 발과방향 120도

수 령 : 11년생 품종:홍부사

조 사 일 : 1995년 11월 1일

조사내용 : 사과 당도 및 중량조사

나. 시험결과

표 7.5. 당도및 중량조사 결과

개체번호	발과 1	발과 2	발과 3	발과 4	발과 5	비교목
사과평균중량 (g, 각10개)	289.34	245.05	237.98	260.16	333.67	245.96
사과착과수 (개)	304	428	434	418	248	315
예상수확량 (KG)	88.0	104.9	103.3	103.7	82.8	77.5
당도(%)	16.27	15.20	14.47	14.27	14.73	14.87

다. 고찰및 결론

발과처리한 개체는 비교목보다 예상수확량에서 모두 큰 수치를 나타냈으며 사과의 당도에 있어서는 비슷하거나 높은 수치를 나타냈다. 이는 화약발과처리가 효과가 있음을 나타내는 것이다. 당년의 결과로써 수년간 계속적으로 조사해야 할 것으로 생각된다.

제 8 장 도로변 절개지 암반녹화 시험

1. 시험지 : 충북 보은군 내북면 염둔리 한화 보은공장 정문 도로변 절개지

2. 재료 및 방법

(가) 발파에 의한 식재혈 조성

1995년 7월 5일 암반을 드릴로 천공한 후 화약을 끝까지 밀어 넣고 발파하였다. 발파된 후 암석파편을 삽으로 긁어내어 식혈을 만들었다. 돌로 구덩이 주위를 쌓는 새집공법도 겸하여 실시하였다.

(나) 식혈에 흙채우기 암반에 만든 식재혈이므로 객토를 실시하였다. 10개의 식재혈에는 수분의 과다유출을 방지하기 위하여 흙을 채우기 전에 비닐을 깔고 나서 흙을 채웠다.

(다) 녹화용 식물 식재

1995년 7월 14일 담쟁이 덩굴을 한화 보은공장 인근지역에서 직근과 측근 그리고 1개의 잎을 부착시킨 상태로 굴취하여 1식재혈 당 3-5포기 정도로 식재하였다. 2-3개의 구덩이에는 나리류와 싸리류를 식재하였다.

(라) 식재 후 비료 30g/식혈의 비료를 주고 충분한 양의 물을 주었다.

3. 결과 및 고찰

발파 후 식재용 구덩이를 만들기 위해 소요된 인원과 시간 및 구덩이가 만들어 진 후의 장경과 단경을 조사한 바 결과는 다음과 같다.

가. 발파 후 22구덩이를 파는데 소요된 시간은 총 2시간 55분 36초로 구덩이 당 평균 소요시간은 약 9분 40초이다.

나. 구덩이의 평균 크기는 장경은 112.14cm, 세로는 단경은 81.59cm로 식물이 생육하는데 좁지 않은 공간이라고 생각된다.

다. 활착율 조사

10월 중순에 담쟁이덩굴의 활착율을 조사한 바 모두 살아 있어 100%의 활착율을 보였다.

라. 금후 전망

앞으로 남은 2년간 성적조사에 의해 성공여부가 판명될 수 있을 것이다. 담쟁이 덩굴의 생장과 피복도등의 조사에 의해 보기 흉한 절개지의 녹화에 의해 낙석을 방지하고 시각적 경관을 개선할 수 있을 것이다.

표 8.1 암석지 발파 결과 및 식재시 소요 인원

구덩이번호	구덩이 크기		인원(명)	시간(분.초)
	가로(cm)	세로(cm)		
1	130	98	1	4.38
2	148	115	1	4.35
3	123	70	2	8.00
4	120	56	1	4.14
5	115	88	1	4.50
6	118	88	1	5.17
7	112	112	1	5.44
8	102	51	3	8.45
9	90	90	1	17.10
10	92	113	1	9.10
11	56	98	1	11.50
12	157	119	2	2.45
13	150	112	1	16.40
14	90	40	1	5.32
15	104	76	1	6.14
16	105	90	1	7.20
17	100	60	1	3.32
18	97	48	2	2.00
19	118	76	1	32.40
20	110	70	1	4.45
21	105	60	2	4.10
22	125	65	2	5.45
합 계	2467	1795	29	2.55.36
평균	112.14	81.59	1.32	9.49

제 9 장 요약

본 연구는 3개년 계획의 연구 중 1년간의 시험결과로써 시험결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 토양에 천공할 수 있는 160cm의 드릴을 개발하였다.

2. 깊이별 적정화약량을 구명하였다. 화약 발파에 의한 경질토양개선에 있어 穿孔깊이와 화약량에 따라 경질토양의 破鎖 및 有效土深의 增加가 가능하였다. 造林식재구의 造成에 있어서 전년도 가을에 발파하여 봄에 식재하는 것이 묘목의 매몰방지와 활착에 도움이 될 것으로 판단되었다.

3. 순연발파에 의하여 전체 공극의 양에는 큰 영향을 미치지 않으나 조공극량이 증대되었다. 그러나 세공극이 감소하는 것을 보여 주고 있다. 조공극량이 증가되므로 투수 계수가 높아지고, 따라서 통기성도 양호하여진다고 사려된다. 답압된 토양에서의 조공극량의 증가는 통기량의 증가로 인하여 임목 근계의 활성을 유도하는 것으로 사려된다.

4. 토양 미소동물의 조사는 발파 후 경과일에 따른 토양 미소동물의 회복 상황으로써 순연발파한 지역에서의 토양미소동물 발현빈도는 96% 증가하여 자연상태의 산림지역(충북대 산)의 수준을 상회하고 있다. 이는 발파 후의 토양 조건의 개량으로 토양미소동물의 생육 여건이 개선되었음에 기인하는 것으로 사려된다. 순연 발파의 토양미소동물에 미치는 영향은 경미하거나 양호한 방향으로 토양구조의 개선이 이루어진다고 사려된다.

5. 본 조사에서는 임목 생장을 촉진하고자하는 순연 발파가 토사유출에 미치는 영향의 정도를 파악하는 예비 시험으로써 각 조사구의 유출 토사 특성은 다음과 같이 요약된다. 월악산 토양침식량에의 직접적인 강우량은 925.0 mm이었으며, 식생 피복에 의하여 토사 유출량을 16 - 30%까지 감소시킬 수 있었다. 또한, 플롯내 토양보다 저사구에 쌓인 침식토양의 입경이 상대적으로 작게 나타나 입자가 가는 것이 우선적으로 유출되는 것을 알 수 있다.

6. 잣나무 기조림지의 발파에 의하여 16년생 잣나무의 2년째의 생장이 촉진됨을 알 수 있었고 사과나무의 수확량이 많아짐을 구명하였다. 그러나 이는 계속적으로 조사하여 누적된 결과를 얻음으로써 정확한 결론을 얻을 수 있을 것이다.

7. 암반지 녹화를 위해 발파를 실시하고 흙을 채운 후 담쟁이 덩굴을 심은 결과 활착율이 좋아 녹화 가능성을 보였다.

참 고 문 헌

- 1.문성명, “화학 약품 대사전(chemical product dictionary)”, 학원 출판공사, pp.1921-1945,(1987)
- 2.박병훈 외, “농생물 통계학”, 선진 문화사, (1990.1)
- 3.이려하, “측수학 요론”, 기전 연구사,(1981.11)
- 4.임경빈, “조림학 본론”, 향문사, (1991.3)
- 5.조성진 외, “삼정 토양학”, 향문사, (1985.1)
- 6.F.S 베이카, “PRINCIPLES OF CIVICULTURE”, 대한 교과서 인쇄 공장, pp.179-181, (1962)
- 7.농촌 진흥청 농업 기술 연구소, “한국 토양 총설”, pp.581-605, (1992.6)
- 8.농업 대사전, 학원사, pp.1133-1131, (1962.7)
- 9.산림청, “산림 행정 편람”, pp.395-400, (1978.1)
- 10.산림청, “임업 통계연보(STATISTICAL YEAR BOOK OF FORESTRY) 제 23호”, pp.303-311, (1993)
- 11.임업 시험장 연보, pp.42-47, (1969)
- 12.임업 시험장 연보, pp.137-147, (1971)
- 13.임업 시험장 연보, pp.115-116, (1972)
- 14.임업 시험장 연보, pp.43-44, (1973)
- 15.임업 시험장 연보, pp.35-40, (1975)
- 16.임업 시험장 연구 보고서 제 22호 전라북도 임업 시험장, pp.123-131, (1991)
- 17.전국 농업 기술자 협회, “현대 농업 기술(종합편)”, 전국 농업 기술자 협회 출판부, pp.44-51, (1983)
- 18.전국 농업 기술자 협회, “현대 농업 기술(종합편)”, 전국 농업 기술자 협회 출판부, pp.35-37, (1985)
- 19.김재극 1986 산업화약과 발파공학 서울대학교 출판부 pp 408.

부 록 1. 월악산 일별 강우량 (1995.3.)

HOUR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
DATE	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
3 1	-1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.0		
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	
3 2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3 3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3 4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3 5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3 6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3 7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3 8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3 9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
	.0	.0	.0	.5	1.5	3.5	2.5	3.0	3.0	1.5	3.0	2.5	21.0
3 10	1.5	.0	.5	.5	.5	3.0	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	7.0
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	1.5	.5	3.0
3 11	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	3.0
	.0	.5	1.0	.5	.0	.0	.5	.0	.0	.5	.0	.0	3.0
3 12	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3 13	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3 14	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3 15	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3 16	1.5	4.5	8.5	2.0	4.0	4.5	1.0	.5	.0	.0	.0	.0	26.5
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3 17	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3 18	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3 19	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3 20	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3 21	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3 22	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
3 23	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3 24	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	1.0	.5	1.0	.0	3.0
3 25	.5	.0	.5	.0	.5	.0	.5	.0	.0	.5	.0	.0	2.5
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3 26	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3 27	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.5	.0	1.0
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3 28	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3 29	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3 30	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3 31	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
	.0	2.5	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.5
SUMTOT =													72.0

< 연속 > 월악산 일별 강우량 (1995)

HOUR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
DATE	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
4 1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
4 2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
4 3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
4 4	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
4 5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
4 6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
4 7	.0	.0	.5	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.0
4 8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
4 9	2.5	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.0
4 10	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
4 11	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
4 12	1.5	1.5	.5	.5	1.5	1.0	.0	.5	.0	.0	.5	.0	7.5
4 13	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
4 14	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
4 15	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
4 16	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
4 17	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
4 18	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.5
4 19	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
4 20	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
4 21	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
4 22	.0	.5	2.0	2.5	1.5	2.0	2.0	3.5	2.5	1.0	.5	.5	18.5
4 23	.0	.0	1.0	1.5	3.0	2.5	3.0	4.5	3.0	5.0	.5	.0	24.5
4 24	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
4 25	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
4 26	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
4 27	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
4 28	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
4 29	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
4 30	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0

SUMTOT = 56.5

< 연속 > 월악산 일별 강우량 (1995)

HOUR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL	
DATE	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
5 1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		
5 2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
5 3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
5 4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
5 5	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	
5 6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
5 7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
5 8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
5 9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
5 10	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
5 11	2.0	.0	.0	.0	1.5	1.5	3.0	.5	.0	.0	2.0	3.5	1.5	15.5
5 12	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
5 13	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
5 14	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
5 15	.0	.5	1.5	2.0	4.0	3.0	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	12.5
5 16	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
5 17	.0	.0	.0	.0	.0	4.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.0
5 18	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
5 19	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.5	.5
5 20	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
5 21	.0	.0	.0	.0	.5	3.0	4.5	3.5	2.0	1.5	1.0	.5	.5	19.0
5 22	1.0	.5	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.0	2.0
5 23	.5	.0	.5	.0	.5	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
5 24	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
5 25	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
5 26	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
5 27	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
5 28	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
5 29	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
5 30	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
5 31	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0

SUMTOT = 55.5

< 연속 > 월악산 일별 강우량 (1995)

HOUR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
DATE	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
6 1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6 2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6 3	1.0	1.0	.5	.0	.5	.0	3.0	9.0	2.5	.5	.0	.0	1.0
6 4	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	18.5
6 5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6 6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6 7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6 8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6 9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6 10	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6 11	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6 12	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6 13	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6 14	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6 15	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6 16	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6 17	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6 18	1.0	2.0	1.0	.0	.0	.5	.0	.5	.5	.5	.0	2.0	2.0
6 19	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.5	.0	8.0
6 20	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6 21	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6 22	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6 23	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6 24	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6 25	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6 26	.0	.0	.0	5.5-14.0	.0	6.5	1.0	.0	.5	.0	.5	.0	.0
6 27	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6 28	1.0	12.0	2.5	2.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.0	18.0
6 29	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6 30	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0

SUMTOT = 47.5

< 연속 > 월악산 일별 강우량 (1995)

HOUR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
DATE	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
7 1	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7 2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
7 3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7 4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7 5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7 6	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
7 7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7 8	.0	.0	.0	.5	.5	.5	1.0	2.5	6.0	.5	5.5	1.5	.0
7 9	2.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	21.0
7 10	.0	.0	.0	.0	.0	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.0
7 11	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7 12	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7 13	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.0	1.0
7 14	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.5
7 15	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.5
7 16	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.0
7 17	.5	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.5
7 18	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7 19	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7 20	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.0
7 21	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.0
7 22	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	6.5
7 23	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7 24	.0	.0	1.0	.0	.0	.0	1.0	5.5	6.0	9.5	5.0	6.0	34.0
7 25	7.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	7.5
7 26	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7 27	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7 28	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7 29	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7 30	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7 31	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0

SUMTOT = 198.0

< 연속 > 월악산 일별 강우량 (1995)

HOUR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
DATE	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
8 1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
8 2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
8 3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
8 4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
8 5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
8 6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
8 7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
8 8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
8 9	.0	1.0	45.5	1.0	6.5	17.5	19.0	6.0	.5	.5	10.0	.0	.5
8 10	.5	.0	.5	13.0	5.0	.5	9.0	.0	.0	.0	.0	.0	136.0
8 11	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
8 12	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
8 13	.0	.0	.0	1.0	2.5	1.0	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.0
8 14	3.0	12.0	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	20.5
8 15	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
8 16	.0	.0	.0	.5	1.5	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.5
8 17	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
8 18	.0	.0	1.5	3.5	.0	.0	6.5	6.0	.0	.0	.0	.0	17.5
8 19	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
8 20	.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	.5	.5	1.0	.5	15.5
8 21	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.0	47.0
8 22	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
8 23	.0	.0	.0	1.0	1.5	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
8 24	.0	4.0	3.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	10.5
8 24	11.5	6.5	9.5	1.5	5.5	8.0	4.0	2.0	2.0	3.5	1.5	1.0	
8 25	1.5	.5	.0	.0	1.0	.5	.5	.5	.0	.0	.5	2.5	64.0
8 25	3.5	14.0	24.0	15.5	21.5	5.5	9.0	1.5	2.0	12.0	7.0	3.0	
8 26	2.0	3.5	1.5	1.0	.0	.0	.5	.0	.0	2.5	2.5	1.0	133.0
8 26	2.0	6.0	5.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
8 27	.0	.0	.0	.0	19.0	3.5	6.0	1.5	.0	.0	.0	.5	43.5
8 27	.5	.5	.0	.0	.0	1.0	1.0	.5	.0	.0	.0	.0	
8 28	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.0	3.5
8 29	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
8 29	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
8 30	.0	.0	.0	.0	24.0	8.5	7.5	18.5	8.0	.0	.5	1.0	
8 31	10.0	1.0	.5	4.0	1.0	.5	.5	.5	3.0	6.0	1.0	1.0	97.0
8 31	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.0

SUMTOT = 594.0

< 연속 > 월악산 일별 강우량 (1995)

HOUR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
DATE	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
9 1	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
9 2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
9 3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	2.0	1.0	.0	.5	.0	4.5
9 4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9 5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9 6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9 7	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
9 8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9 9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
9 10	1.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.0	1.0	7.5
9 11	.0	1.5	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.5	.0	.0	.0	7.5
9 12	.0	.0	1.5	.5	.0	.5	.0	.5	.0	.0	.0	.0	1.0
9 13	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9 14	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9 15	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9 16	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9 17	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9 18	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9 19	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9 20	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9 21	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9 22	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9 23	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9 24	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9 25	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9 26	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9 27	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9 28	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9 29	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9 30	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0

SUMTOT = 29.5

< 연속 > 월악산 일별 강우량 (1995)

HOUR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
DATE	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
10 1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
10 2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10 3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10 4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10 5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10 6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10 7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10 8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10 9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10 10	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10 11	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10 12	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10 13	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10 14	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10 15	.0	.0	.0	.0	.0	1.5	6.0	4.5	6.0	1.0	.0	.5	.0
10 16	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	19.5
10 17	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.5
10 18	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10 19	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10 20	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.5
10 21	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10 22	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
10 23	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
10 24	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.5	.0	.0	.5
10 25	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	1.5
10 26	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10 27	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10 28	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10 29	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10 30	.0	.0	.0	.5	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10 31	.0	.0	1.0	1.0	.5	.5	.5	1.0	1.0	1.0	.5	.0	1.0
	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.0	1.0	.5	.5	.0	.0	9.5

SUMTOT = 33.5

< 연속 > 월악산 일별 강우량 (1995)

HOUR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
DATE	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
11 1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	
11 2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
11 3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11 4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11 5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11 6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11 7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11 8	2.0	3.5	3.0	.5	.5	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	10.5
11 9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11 10	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	5.0	.5	1.5	.0	.0	.0
11 11	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	7.0
11 12	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11 13	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11 14	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11 15	.0	.0	1.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.5
11 16	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.5
11 17	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11 18	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11 19	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11 20	.0	.0	.0	.0	1.0	1.0	3.0	2.5	1.0	.0	.0	.0	8.5
11 21	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11 22	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11 23	.0	.0	.0	.0	.5	2.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.5
11 24	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.5
11 25	.5	.5	2.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.0
11 26	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11 27	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11 28	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11 29	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11 30	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0

SUMTOT = 35.0

부록2. 시험내용설명사진



화약 발파 광경



화약 발파구 조사 장면



토양 분석 시료 채취



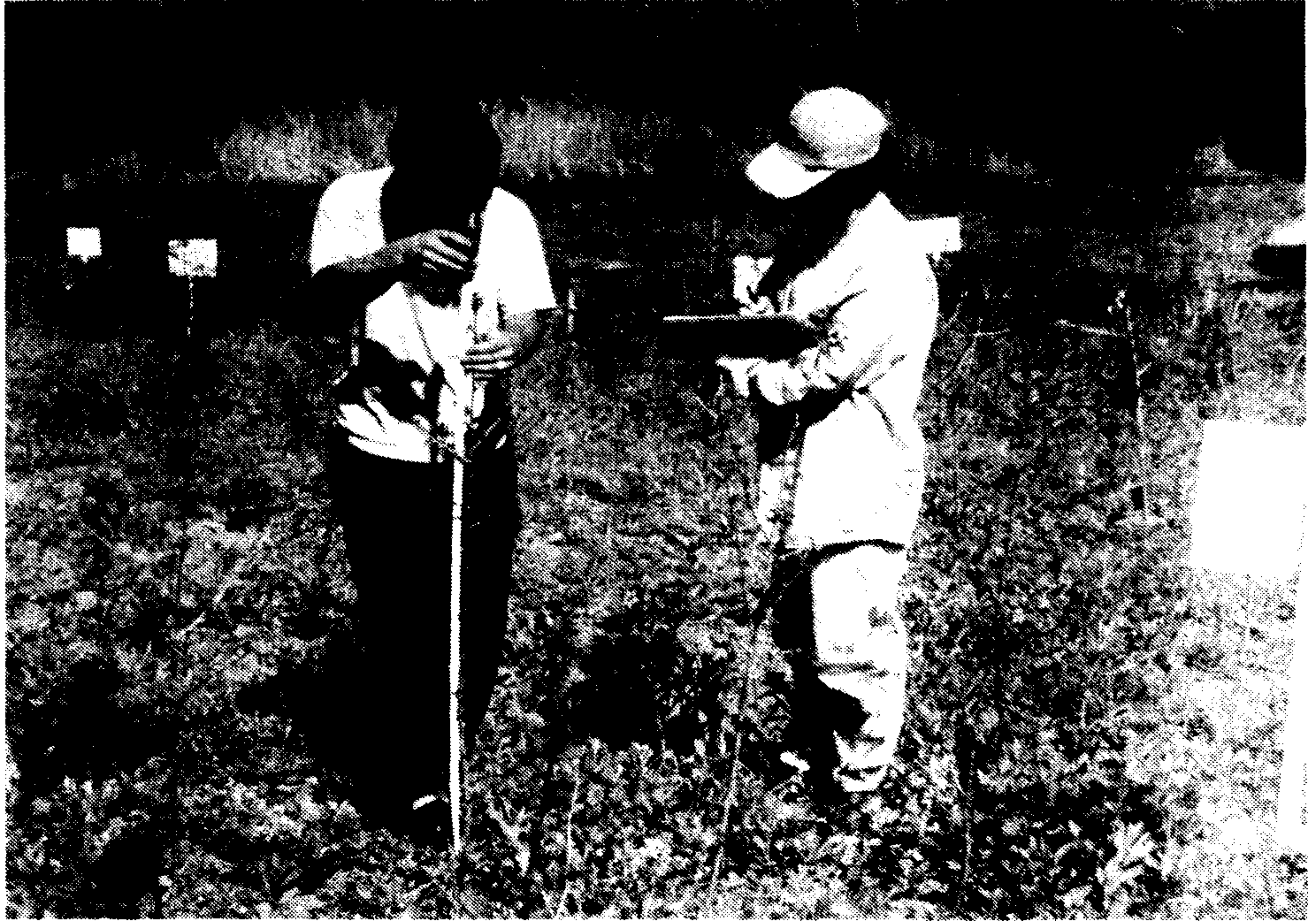
잣나무 묘목 식재



성적조사(잣나무)



사과나무 과수원 시험목



성적 조사(은행나무)



성적 조사(사과)