

# 迎日砂防事業地の 森林生態學的研究<sup>1</sup>

洪 盛 千<sup>2</sup>

## A Study on the Forest Ecology in Young-il Soil Erosion Control District<sup>1</sup>

Sung Cheon Hong<sup>2</sup>

### 要 約

慶尙北道 迎日地域에 大面積荒廢地(4,538 ha)가 있었다. 이곳에 政府는 '73년부터 '77년까지 5個年間に 年次計劃으로 38億원을 投資하여 砂防事業을 完了한 바 있다. 本 研究에서는 이 地域砂防地를 中心으로 事業後 3年, 6年, 9年 中 砂防事業後 年度가 지남에 따라 山林土壤斷面과 人工으로 造成된 植生構造가 어떻게 變化하고 있는가를 調査研究하였던 바 다음과 같이 結果를 要約할 수 있었다. 1) 砂防事業後 年度가 經過함에 따라 落葉層(L), 植物組織이 分명한 有機物層(F), 植物組織이 不分明한 有機物層(H), 表土層(S)의 두께가 增加하는 傾向이었다. 2) H層은 砂防事業後 3년이 경과했을 때의 土壤斷面調査에서는 나타나지 않았고 6年째의 土壤斷面調査에서는 發見할 수 있었다. 3) 砂防事業後 年度가 經過함에 따라 有機物, 全窒素 등 表土의 化學的成分이 增加하는 傾向이었으며, 砂防事業 착수전 荒廢地였을 때의 分析値와 事業後 9年이 經過했을 때의 分析値를 比較해 보면 有機物은 約3倍, 全窒素는 約7倍로 增加하였다. 4) 砂防事業當時 播種 植栽한 새, 솔새 등의 陽性草類와 싸리나무는 年度가 經過함에 따라 積算優點度가 급격히 減少하는 傾向이었다. 5) 砂防事業後 年度가 경과함에 따라 이 地域의 鄉土樹種인 참나무類와 準極盛相인 소나무 稚苗의 빈도가 增加하여 가고 있었다.

### ABSTRACT

The large devastated land in Young-il district, Gyeongsangbugdo, had been existed for a long time, and the Korean government had invested 3.8 billion won to control soil erosion of the area for 5 years from 1973 to 1977. This research was to investigate the changes of the soil profile and vegetation structure in the 3rd, 6th and 9th years since soil erosion control had implemented. The results obtained in this study are as follows: 1) The thickness of the litter layer(L), the fermentation layer(F), the humified layer(H) and the surface soil layer(S) increased with increasing years after implementing soil erosion control project had started. 2) The H layer was not showed for the three years since the project had implemented but was in the sixth year. 3) The soil chemical elements including the organic matter and total nitrogen increased with increasing years after the project had started. The amounts of organic matter and total nitrogen were three and seven times higher, respectively in the ninth year after project started than those before. 4) Among the grasses and trees which had been sowed or planted during the project period, the summed domination ratios for *Arundinella hirta* var. *ciliare*, *Themeda japonica*, *Cymbopogen goeringi* and *Lespedeza bicolor* decreased rapidly, while those for

<sup>1</sup> 接受 10月 12日 Received October 12, 1982.

<sup>2</sup> 慶北大學校 農科大學 College of Agriculture, Kyungbook National University, Daegoo, Korea.

*Robinia pseudoacacia* and *Pinus densiflora* increased with increasing years after the project started. 5) The appearance of *Quercus* seedlings suited to this area and *Pinus densiflora* seedlings which is a subclimax species increased with increasing years after the project started.

*Key words:* soil profile; vegetation structure; soil erosion control.

## 緒 言

東經 129度 05分에서 129分까지, 北緯 35度 35分에서 36度 16分까지에 위치한 慶尙北道 迎日郡 全域과 浦項市 및 月成郡 一部地域에 우리나라에서 가장 큰 大面積荒廢地(4,538ha)가 있었다.

이 지역에 과거 수차례 사방사업을 실시한 바 있었으나, 이 지역의 特殊한 立地條件 때문에 실패한 바 있다.<sup>1,6,7)</sup>

山林當局은 이곳을 綠化할 目的으로 '73년부터 '77년까지 5個年の 年次計劃으로 總38億원을 投資하여 砂防工作物外에 새(안고초), 솔새, 개솔새, 켄터키 뱀스구 등 草類와 아까시나무, 싸리, 해송, 사방오리, 리기다소나무 등 砂防造林樹種을 特殊造林計劃으로 파종 및 植栽하여 과거에 풀 한 포기 자랄 수 없었던 荒廢地가 오늘날에는 完全 綠地帶로 변모해 가고 있다.

다른 사방사업지역과 마찬가지로 영일 砂防地域도 外觀的으로 砂防事業에 성공하여 綠地帶로 발전하고 있는것 같으나 内部的으로 또는 森林生態學的으로 砂防後의 森林土壤의 變化와 人工으로 造成한 植生이 어떻게 변천해 가고 있는지에 대한 調查研究가 거의 없고, 단지 영일 砂防事業추진을 위한 기초조사로서 鄭<sup>9)</sup>의 泥岩地帶 荒廢地의 地被植生造成方法에 관한 研究, 趙<sup>1)</sup>의 泥岩地帶의 地被造成에 관한 研究와, 事業後의 研究로서 洪<sup>6)</sup>의 迎日地區砂防事業史와 洪<sup>7)</sup>의 迎日地區砂防事業에 관한 調查研究, 朱<sup>11)</sup> 등의 迎日砂防事業地의 土壤斷面 및 植生構造의 變化에 관한 研究가 있을 뿐이다. 따라서, 이 점에 착안하여 迎日砂防地가 事業後 3年, 6年, 9年이 경과함에 따라 人工으로 造成한 植生이 어떻게 천이해 가고 있으며 事業後 해를 거듭함에 따라 山地土壤의 斷面과 化學的造成이 어떻게 變化해 가고 있는가를 究明함으로써 砂防地의 事後管理에 기여할 것으로 사료되어, 本 研究에 착수하였다.

## 材料 및 方法

事業後 3년제인 '76년과 6년이 경과된 '79년에

이미 調查分析된 資料의 事業後 9년이 경과된 '82년에 分析調查된 資料를 종합정리 하였다.

토양단면조사는 산록, 산복, 산정에 3개소씩 各年度別로 9個所의 標準地를 선정하였으며, 各 標準地에 너비 1m, 깊이 1m의 토양단면을 만들어 L層(落葉層), F層(植物組織이 分明한 落葉層), H層(植物組織이 不分明한 有機物層) S層(表土)의 두께를 測定하였으며 表土層의 土壤試料를 採取하여 土壤의 化學的 成分을 定量分析하였다.

pH는 硝子電極法으로, 有機物은 Tyurin法, 全窒素는 Kjeldahl法, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>은 Lancaster法 Ca는 N-N金屬指示藥과 E. D. T. A로 K는 Emission Spectrophoto Meter法으로 定量分析하였다.<sup>2,4,8,10,13,17)</sup>

식생조사는 토양단면조사와 같이 사업지내의 표준이 될만한 곳에 山麓, 山腹, 山頂에 3개소씩, 各年度別로 9個所씩 標準地를 設定하였으며, 各 標準地에 10m×10m의 方形區를 設置하였고, 各 方形區를 다시 2m×2m의 小方形區로 區分 調査하였다.

外業調査에서 標準地內의 各 方形區別로 植物의 種類, 各 種의 個體數, 投影面積, 높이를 測定하였다. 各 種의 密度, 被度, 높이는 다음과 같은 方法으로 계산하였다.

$$\text{密度(Density)} = \frac{\text{全 方形區 面積에 있어서 어떤 種의 個體數}}{\text{方形區數} \times \text{方形區 面積}}$$

$$\text{被度(Coverage)} = \frac{\text{全 方形區 面積에 있어서 어떤 種의 투영面積의 合計}}{\text{方形區數}}$$

$$\text{높이(Height)} = \frac{\text{全 方形區에 있어서 어떤 種의 最高 自然高의 合計}}{\text{方形區數}}$$

上記 式에서 計算한 密度, 被度, 높이에서 最高值를 100으로 한 相對值 즉 密度比(D'), 被度比(C') 높이비(H')를 합하여 3等分( $\frac{D'+C'+H'}{3}$ )하여 積算 優點度(SDR<sub>3</sub>)를 계산하였다.<sup>5,12,14,15,16,18,19)</sup>

## 結果 및 考察

**Table 1.** Soil profile characteristics after implementation of soil erosion control.

After erosion control year	Litter layer (cm)	Fermentation layer (cm)	Humified layer (cm)	Surface soil layer (cm)
3rd	1.01	0.22	0.00	0.31
6th	1.53	0.94	0.31	0.79
9th	2.76	1.52	0.67	0.85

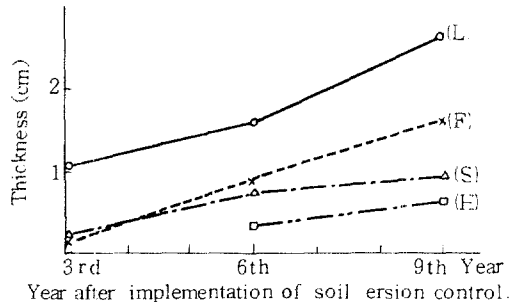
1. 土壤断面 变化

表 1은 砂防事業後 3年 6年 9년이 경과했을 때의 L(Liffer layer), F(Fermentation layer), H(Humified layer), S(Surface soil layer)層의 두께를 나타낸 것이며, 各年度別의 두께치는 山麓, 山腹, 山頂에 있어 各 3개소씩 총 9개소의 자료를 平均한 것이다.

表 1과 그림 1에서 나타난 바와 같이 砂防事業後 年度가 경과함에 따라 L, E, S層의 두께가 증가하는 傾向이었다.

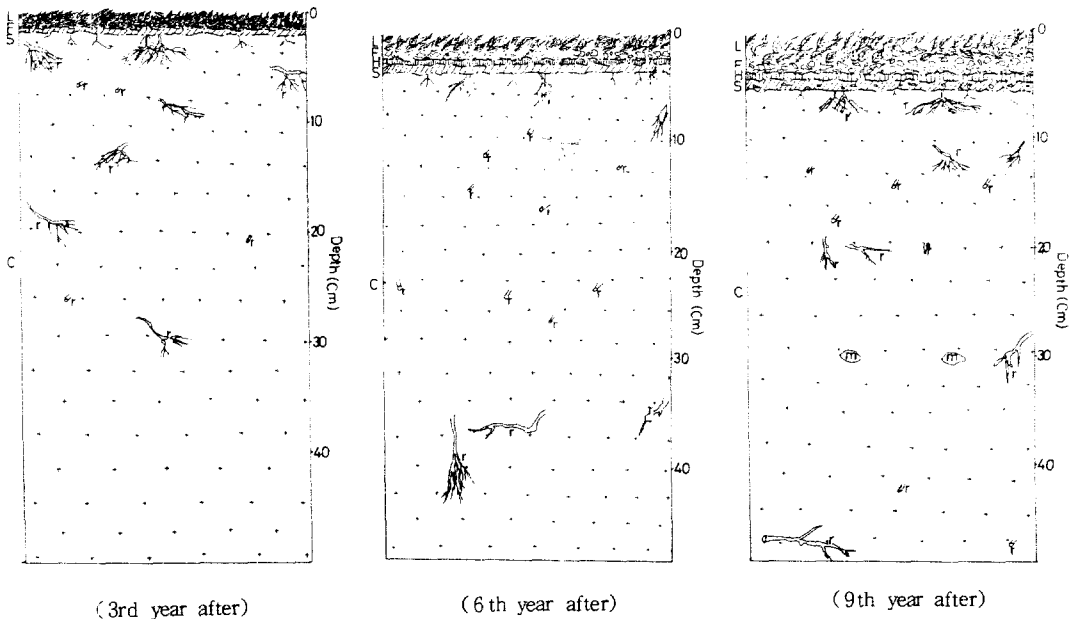
이것은 事業後 年度가 경과함에 따라 人工으로 造成시킨 地被植生の 成長으로 인한 落葉, 落枝量이 增加한 때문이라고 생각되어진다.

H層은 3년째에는 나타나지 않았고 6년째의 土壤断面에서 비로소 발견할 수 있었다. 土壤에 알맞



**Fig. 1.** Changes in the thickness of litter layer (L), fermentation layer(F), humified layer (H), surface soil layer(S), with year by after implementation of soil erosion control.

은 水分이 있고, 土壤微生物이 많이 서식하고 있으면, 신선한 잎이 落葉이 되어 3~4년이 경과하면 H



**Fig. 2.** Soil profile in the 3rd, 6th, and 9th year after soil erosion control.

層으로 變化될 수 있으나<sup>10,14)</sup> 이곳 砂防地域이 매우 건조하고 척박하여 土壤微生物의 서식이 어려웠기 때문에 H層의 生成이 늦어지지 않았나 사료된다.

S層이 增加된 이유는 迎日地區의 母岩은 대부분 泥岩으로 이루어져 있으며 日光의 直射光線에 의하여 岩石의 膨脹과 收縮의 差가 커서 内部가 응기되기 쉽고, 泥岩의 表面에 균열이 생기고 崩壞되어 角石礫이 生成되고 이것이 다시 分解되어 砂礫形態를 거쳐 점질토로 變化된다. 이렇게 生成된 토양입자는 극히 微細粒이어서 砂防事業後에는 海風과 雨水에 의하여 멀리 飛散되거나 流失되어 地表面은 表土가 거의 없는 자갈형태의 均열과정에 있었다.<sup>1,6,9)</sup>

砂防事業後로는 人工으로 造成시킨 植生에 의하여 土壤粒자가 飛散되지 못하거나 降雨에 流失되는 量이 減少되었던 결과라고 생각된다.

그림 2-a, b, c는 L, F, H, S層의 두께와 뿌리의 分布狀態를 나타낸 것이다.

樹種에 따라 뿌리의 分布범위가 다르긴 하지만<sup>18)</sup> 그림 2-a, b, c에서와 같이 砂防造林後 年度가 경과함에 따라 더 깊이 浸透하는 경향임을 알 수 있었다.

砂防造林後 3년이 경과 했을때는 表土層(S)으로부

터 5-10cm, 6년이 경과했을 때에는 10-20cm 깊이에 細根과 主根이 발달하고 있었으며, 9년이 경과한 것은 6년이 경과한 것과 큰 차이를 발견할 수 없었다. 그러나 杭根 및 小根의 廢達에 있어서는 年度가 경과함에 따라 보다 깊게 침투하는 경향이 있었고 9년이 경과했을 때에는 表土層으로부터 40-60cm 깊이에까지 分布하고 있었다. 특히 9년이 경과했을 때의 土壤斷面에 있어서는 30cm 깊이에 白色菌系網層이 形成되어 있는 곳도 있었다. 이 均사 均층의 형성으로 미루어보아 林木의 生育에 비하여 土壤水分이 부족한 상태에 있다는 것을 예측할 수 있었고 杭根 및 小根의 外觀이 圓形이나, 타원형이 아닌 편평한 형태인 것으로 미루어 이 地域이 林木 生育에 얼마나 불리한 立地조건인가를 예측할 수 있었다.

表 2는 砂防事業後 3年, 6年, 9年이 경과 할때마다 表土層의 土壤試料를 채취하여 化學的 成分의 變化를 비교한 것이다.

L, F, H, S層의 두께와 뿌리의 分布狀態를 조사할 目的으로 土壤斷面을 만들었을 때 各 標本地의 表土(S層)에서 토양시료를 채취하였으며 年度別로 9點

**Table 2.** Chemical characteristics of the surface soil after implementation of soil erosion control.

Year after erosion control	pH		O. M (%)	T- N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	K (me/100g)	Mg (me/100g)	Ca (me/100g)	Na (me/100g)
	H <sub>2</sub> O 1:5	KCl							
3rd	4.10	3.40	0.82	0.08	10.41	0.25	1.91	1.70	0.09
6th	4.85	-	0.91	0.20	14.38	0.57	1.94	2.02	0.13
9th	5.10	3.60	1.70	0.27	17.40	0.63	2.08	2.21	0.15

**Table 3-a.** Vegetation analysis in the 3rd year after soil erosion control.

Species	Characters	Mean			Ratio (%)			SDR (%)
		D (Density)	C (Coverage)	H (Height)	D'	C'	H'	
<i>Pinus densiflora</i>		0.04	8.31	1.47	0.09	25.52	75.38	33.66
<i>Pinus rigida</i>		0.07	0.52	0.99	0.17	1.60	50.77	17.51
<i>Pinus thunbergii</i>		0.06	0.25	1.10	0.14	0.77	56.41	19.10
<i>Alnus hirsuta</i>		0.11	1.37	1.10	0.26	4.21	56.41	20.29
<i>Alnus firma</i>		0.02	0.45	0.95	0.05	1.38	48.71	16.71
<i>Robinia pseudoacacia</i>		2.40	18.16	1.95	5.69	55.80	100.00	53.83
<i>Lespedeza bicolor</i>		4.80	27.81	0.97	11.39	85.44	49.74	48.86
<i>Arundinella hirta</i> var. <i>ciliare</i>		42.15	32.55	0.94	100.00	100.00	48.21	82.74
<i>Cymbopogen goeringii</i>		2.51	4.76	0.96	5.10	14.35	49.23	22.89
<i>Themeda japonica</i>		4.40	6.21	0.95	10.44	19.08	48.71	26.08

**Table 3-b.** Vegetation analysis in the 6th year after soil erosion control.

Characters Species	Mean			Ratio(%)			SDR (%)
	D (Density)	C (Coverage)	H (Height)	D'	C'	H'	
<i>Pinus densiflora</i>	0.07	10.55	2.27	0.19	28.25	83.76	37.40
<i>Pinus rigida</i>	0.06	0.71	1.45	0.17	1.90	46.00	16.02
<i>Pinus thunbergii</i>	0.03	0.35	1.50	0.11	0.94	48.40	16.48
<i>Alnus hirsuta</i>	0.20	2.11	1.40	0.57	5.65	52.40	19.54
<i>Alnus firma</i>	0.01	0.11	1.35	0.03	0.29	44.40	14.91
<i>Robinia pseudoacacia</i>	2.85	37.34	2.71	8.11	100.00	100.00	69.37
<i>Lespedeza bicolor</i>	3.71	15.27	1.30	10.55	40.89	41.30	30.91
<i>Arundinella hirta</i> var. <i>ciliare</i>	36.16	17.59	1.00	100.00	47.11	34.90	60.67
<i>Cymbopogon goeringii</i>	2.05	1.75	1.03	5.83	4.69	33.30	14.61
<i>Themeda japonica</i>	3.50	2.15	1.23	9.95	5.76	41.30	19.00

**Table 3-c.** Vegetation analysis in the 9th year after soil erosion control.

Characters Species	Mean			Ratio (%)			SDR (%)
	D (Density)	C (Coverage)	H (Height)	D'	C'	H'	
<i>Pinus densiflora</i>	0.06	16.44	2.87	0.58	38.14	86.97	41.90
<i>Pinus rigida</i>	0.04	1.30	1.85	0.39	3.02	56.06	19.82
<i>Pinus thunbergii</i>	0.04	1.21	1.90	0.39	2.81	57.58	20.26
<i>Alnus hirsuta</i>	0.18	2.45	2.17	1.74	5.68	65.76	24.39
<i>Alnus firma</i>	0.01	0.21	1.80	0.10	0.49	54.55	18.38
<i>Robinia pseudoacacia</i>	2.76	43.11	3.30	26.70	100.00	100.00	75.57
<i>Lespedeza bicolor</i>	1.97	6.23	1.40	19.03	14.45	42.42	25.30
<i>Arundinella hirta</i> var. <i>ciliare</i>	10.35	2.16	0.96	100.00	5.01	29.10	44.70
<i>Cymbopogon goeringii</i>	0.90	0.40	0.99	8.70	0.93	30.00	13.21
<i>Themeda japonica</i>	0.85	0.50	0.87	8.21	1.16	26.36	11.91

의 試料를 分析하여 平均한 값이다. 유기물을 비롯하여 Na에 이르기 까지 조사항목 모두가 年度가 경과함에 따라 增加하는 傾向이었으며 3年째와 6年째에서 增加된 量보다 6年째와 9年째에서 보다 많이 增加하는 傾向을 나타내는 것 같다. 砂防事業後 9年째의 分析値와 砂防事業 착수전 荒廢林地로 있었을 대의 分析値<sup>3)</sup>와 比較해 보면 유기물은 약 3배 T-N은 약 7배로 增加하였으며, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K, Mg, Ca, Na 등 無機要素는 微量으로 增加하는듯 하나 큰 차이가 없는 傾向이었다. 이것은 사업후 年度가 경과함에 따라 地被植生の 成長에 따른 落葉 落枝量의 增加와 天然供給量의 流失이 감소된 것이 아닌가

생각되어진다.

## 2. 植生構造의 變化

表 3-a, b, c는 砂防事業後 3年 6年 9年이 경과했을 때의 砂防造林時 식재 및 과종된 各種(species)의 密度(D) 被度(C) 높이(H)와 어떤 種의 最高値를 100으로한 相對比(Ratio) 및 積算優點度(SDR: summed dominance ratio)를 나타낸 것이다.

그림 4는 植生分析表(表 3-a, b, c) 중에서 砂防事業後 年度가 경과함에 따라 積算優點도가 급격히 增加하거나 減少하는 種을 그래프로 나타낸 것이다.

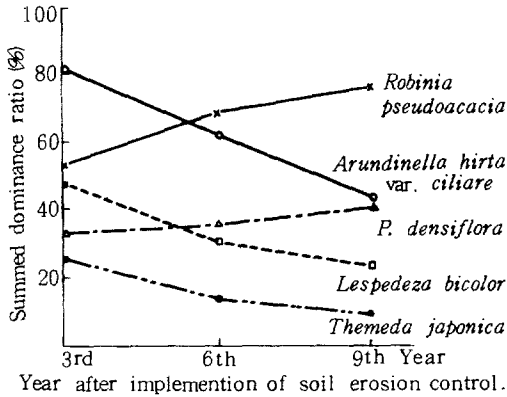


Fig. 3. Changes in the vegetation with year after implementation of soil erosion control.

表 3-a, b, c에서 볼 수 있는 바와 같이 事業後 3年 6年 9年이 경과함에 따라 아까시나무의 積算優點度는 58.83, 69.37, 75.57%로 급격히 증가하고 있으며, 소나무는 33.66, 37.40, 41.90%로 완만하게 증가하고 있다.

이것은 이곳 사방조림수종 중에서는 현재까지는

아까시나무가 가장 왕성한 생육을 보이고 있다는 것을 의미하고 그 다음으로 소나무, 리기다소나무, 해송, 산오리나무 등도 서서히 생육이 좋아지고 있음을 의미한다고 생각되어진다. 같은 木本植物이면서 싸리는 年度가 경과함에 따라 그 積算優點도가 48.86, 30.91, 25.30%로 급격히 감소하여 가고 있고 새(안고초)에 있어서도 砂防事業後 年度가 경과함에 따라 積算優點도가 82.74, 60.67, 44.70%로 급격히 감소하고 있으며, 솔새, 개솔새에 있어서도 같은 減少의 傾向을 나타내었다. 이것은 아까시나무 소나무 등과 같이 파종 혹은 식재된 아까시나무와 소나무류의 생장이 월등히 좋아짐에 따라 이들 樹種은 上層林冠을 이루게 되었고, 이들 上層林冠의 庇蔭으로 인한 被壓 때문에 생긴 결과라고 생각되어진다. 이들 새, 솔새, 싸리가 被壓되어 積算優點도가 급격히 감소하여 있는 반면에 地被植生の 增加에 따른 表土의 퇴적 등으로 極盛林相인 참나무類와 準極盛林相을 이루고 있는 소나무 稚苗의 頻도가 增加되고 있는 것은 砂防地 事後管理를 위해서 바람직한 일이라 思料된다.

## 結 論

迎日地區 砂防事業이 完了된 후 금년으로 9年이

경과되었다.

本 研究에서는 砂防事業後 3年 6年 9年 등 年度가 지남에 따라 山林土壤斷面과 人工으로 造成한 植生の 構造가 어떻게 변해가고 있는가를 迎日地區 砂防地를 中心으로 調查研究하였던 바 다음과 같은 結論을 얻을 수 있었다.

1) 砂防事業後 年度가 經過됨에 따라 落葉層(L), 植物組織이 分明한 有機物層(F), 植物組織이 不分明한 有機物層(H), 表土層(S)의 두께가 增加하는 傾向이었다.

2) H層은 砂防事業完了後 3年째에는 生成되지 않았으나, 6年째에 비로소 發見되었다.

3) 유기물 全窒素 등 表土의 化學的 成分이 年度가 경과함에 따라 增加하는 傾向이 있으며 사방사업 후 9年째의 化學的 成分과 砂防事業 착수전의 表土의 化學的 成分을 비교해 보면 有機物은 約 3배 全窒素는 約 7倍로 增加되었다.

4) 砂防事業後 年度가 지남에 따라 뿌리의 分布가 表土로부터 보다 깊게 침투하는 傾向이 있었고, 뿌리 斷面이 편편한 것으로 미루어 보아서 이 지역 土壤의 理學的 性質이 林木生育에 不利한 狀態임을 예측할 수 있었다.

따라서 根系의 發達을 위해서 溝條孔과 같은 造林作業과 土壤水分 保持를 위한 水平溝의 設置도 必要 할 것으로 思料되었다.

5) 砂防事業 當時 파종 식재한 새, 솔새, 등의 陽性草類와 싸리나무는 年度가 경과함에 따라 積算優點도가 급격히 감소한 반면, 아까시나무 소나무는 급격히 증가하는 傾向이었다.

6) 砂防事業後 年度가 經過함에 따라 이 地域의 鄉土樹種인 참나무류와 準極盛林相인 소나무稚苗의 빈도가 증가하여 가고 있었다.

## 引用 文 獻

- 趙誠完. 1973. 泥岩地帶의 地被造成策. 砂防教育技術세미나 : 83-96.
- 崔烜. 1978. 土壤學實驗노트. 慶北大學校 土壤學教室. 99pp.
- Cox, G. W. 1976. General Ecology. Wm. C. Brown Co. 232pp.
- 竹原秀雄. 1971. 圖說日本の森林土壤. 林業改良普及協會. 153pp.
- Good, R. E. and N. F. Good. 1971. Vegetation.

- of a Minnesota prairie and a comparison of methods, Amer. Midl. Nat., 85:228-231.
6. 洪盛千. 1978. 迎日地區砂防事業史. 慶尙北道. 286pp.
  7. 洪盛千. 1978. 迎日地區砂防事業에 關한 調査研究. 慶北大學校 새마을研究所報. 1:85-97.
  8. 伊藤忠夫. 1976. 茨城縣下における森林區分に關する研究. 茨城林試研究 9: 105.
  9. 鄭印九. 1973. 泥岩地帶의 地被植生造成方法. 砂防教育技術세미나: 83-96.
  10. 鄭印九. 1975. 肥培林業. 加里研究會. 184-213.
  11. 朱城賢, 鄭印九, 洪盛千. 1982. 迎日砂防事業地의 土壤斷面 및 植生構造의 變化. 韓國林學會學術研究 發表要旨, 韓林誌 55: 85.
  12. 金智文. 1980. 造林學. 新英社: 41-44.
  13. Lindsay, A. A. 1958. Field efficiencies of forest sampling methods. Ecology 39: 428-444.
  14. 沼田眞. 1973. 圖說植物生態學. 朝倉書店: 24-36.
  15. 佐倉沼夫, 沼田眞. 1976. ヒノキ幼齡造林地の群落と その遷移. 日林誌 58(7): 246-257.
  16. 佐倉沼夫, 沼田眞. 1980. スギ 幼齡造林地の群落と その遷移(II). 日林誌. 62(10): 371-380.
  17. 熊本縣林業研究所. 1979. 民有林適地適木調査說明書. 54pp.
  18. 劉住昇. 1981. 樹木根系圖說. 誠文堂新光社. 1121pp.
  19. 任慶彬. 1977. 造林學原論. 鄉文社. 280p.