

방크스소나무 및 산오리나무의 發芽와 苗木의 生長에 미치는 Mn 과 Al 의 影響

康 祥 俊

(서울大學校 師範大學 生物科)

The Effect of Manganese and Aluminium on the Germination of the Seeds of *Pinus banksiana* and *Alnus tinctoria*.

KANG, Sang-Joon

(Dept. of Biology, College of Education, Seoul National University)

ABSTRACT

The aim of present study is to elucidate the effects of manganese and aluminium ions on the germination and seedling growth of *Pinus banksiana* and *Alnus tinctoria* and to estimate the limiting level of those ions in the cultivated soils.

The rate of germination of *Pinus banksiana* was increased under the relatively low concentration of Mn and Al (100 p.p.m), however, the germinating activity was not affected.

High concentration over 110 p.p.m. of Mn and Al was related to the reduced percentage of germination and seedling growth of *Pinus banksiana* and *Alnus tinctoria*.

Soils sampled from various parts of Korea contained Mn as much as high level that would be harmful for the seedling growth of *Pinus banksiana* and *Alnus tinctoria*.

緒 論

Inhibitor 에 關한 研究는 Fleming(1929)으로부터 始作되어 오늘에 이르기까지 많은 學者들에 依해 研究되어 왔다.

近來에는 發芽와 生長을 抑制하는 Inhibitor 의 影響이 植物分布와 關係가 있다는 事實이 밝혀졌다. (Bonner & Galston 1944, Lee 1965) 本 實驗에서는 Mn 과 Al 의 濃度가 방크스소나무(*Pinus banksiana*) 와 산오리나무(*Alnus tinctoria*)의 發芽 및 苗木의 生長에 미치는 影響을 研究하고, 土壤中에 含有되어 있는 Mn 과 Al 이 含量이 Inhibitor 로 作用할 수 있는 範圍를 調査하였다.

材料 및 方法

1. Mn 과 Al 鹽의 選擇: Mn 과 Al 以外의 他 ion 에 依한 影響을 피하기 위하여 Mn 源으로는 水溶性 $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ 를, Al 源으로는 水溶性 $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ 를 擇하였다.

$MnCl_2 \cdot 4H_2O$ 와 $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ 溶液의 pH 는 NaOH 와 HCl 를 利用하여 대략 土壤 pH 와 같은 範圍인 5.5 ± 0.5 로 調節하였다.

2. 種子의 選擇과 發芽: 방크스소나무와 산오리나무의 種子是 서울 洪陵에 位置한 林業試驗場에서 관리보관중인 것을 使用하였다.

種子의 發芽는 100 個體의 種子を 여과지를 間 페트리접시에 놓고, Mn 과 Al 의 溶液을 濃度別로 20 cc 씩 붓고, 20°C 의 恆溫器속에서 發芽시켰다.

3. 土壤中의 Mn 과 Al 의 分析: 田土는 top soil 만을, 畚土는 top soil 과 subsoil 로 區別하여 採取

하코, 약 500 g 의 土壤을 비닐봉지에 넣어 운반한후 陰乾하여 直徑이 2 mm 인 체로 쳐서 Mn 과 Al 의 分析에 使用하였다.

Mn 의 定量은 H_3PO_4 로 침전시킨후 Sodium paraphriodate 로 發色시켜 比色法으로 定量分析하였으며, Al 은 Chelated Compound 로 만든 다음 Colorimeter 로 分析하였다.

結 果

1. 방크스소나무의 發芽率 : 방크스소나무의 種子를 Mn 과 Al 의 濃度가 다른 溶液에 넣어서 發芽시킨 結果는 Table 1 과 Fig. 1 에서 보는바와 같다. 방크스소나무와 산오리나무의 發芽는 種子를 페트리집시에 넣어 處理한지 5 日이 經過한 후 부터 發芽하기시작하여 10 日間 계속되었다.

Table 1. The effect of Manganese and Aluminium on the germination of seeds of *Pinus banksiana* and *Alnus tinctoria*.

p.p.m.		<i>Pinus banksiana</i>											
		Cont	10	30	50	70	90	100	110	130	150	170	190
MnCl ₂ · 4H ₂ O	5	10	15	17	24	30	23	29	12	10	3	0	11
	6	16	24	32	31	28	42	36	27	26	24	15	23
	7	31	18	17	16	19	7	19	6	8	7	3	6
	8	5	3	11	1	3	5	2	3	1	3	5	1
	9	0	3	6	3	3	1	1	2	1	3	9	0
	10	0	3	4	0	0	0	3	2	0	3	0	0
	total	62	66	87	75	83	78	90	52	46	43	32	41
AlCl ₃ · 6H ₂ O	5	11	11	13	15	19	12	16	8	7	6	6	12
	6	17	18	24	30	26	25	32	19	33	17	22	24
	7	29	32	50	15	26	14	19	8	12	10	12	3
	8	5	12	3	10	2	3	3	3	0	0	3	3
	9	1	0	1	1	7	0	1	1	0	3	0	1
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	total	63	73	71	71	80	54	71	39	53	36	43	43
<i>Alnus tinctoria</i>													
MnCl ₂ · 4H ₂ O	5	23	13	15	14	13	18	16	11	11	9	6	6
	6	28	29	35	38	30	33	28	17	17	20	26	14
	7	19	23	26	24	15	19	14	4	6	4	3	7
	8	7	5	5	3	7	7	8	3	4	3	8	0
	9	6	1	1	0	5	4	4	3	0	5	3	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
	total	83	71	82	69	70	81	70	38	38	41	48	30
AlCl ₃ · 6H ₂ O	5	21	17	25	21	26	22	22	5	4	4	7	5
	6	30	29	37	42	23	38	27	14	6	5	7	9
	7	20	12	10	6	13	13	8	3	5	6	4	4
	8	4	2	0	4	5	1	2	3	2	2	2	0
	9	5	4	0	1	0	6	6	3	2	1	0	0
	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	total	81	64	72	74	67	80	65	28	19	19	20	18

방크스소나무에 있어서는 Table 1 과 Fig. 1 에서 보는바와 같이 Control 에 比하여 Mn 의 영향은 溶液의 Mn 含有濃度가 100 p.p.m. 까지는 發芽가 促進된다. 10 p.p.m.의 경우를 除外하고서는 發芽率의 增加는 모두 有意하였다. 110 p.p.m. 以上の 농도에서는 發芽가 抑制되기 始作하여 그 以上の 농도에서는 억제현상이 뚜렷하였으며 대단히 有意度가 높았다.

Al 농도의 영향은 Control 에 比하여 10 p.p.m. 부터 100 p.p.m. 까지의 濃度에서 發芽는 促進되었으나 有意性이 存在하지 않았다. 그러나 110 p.p.m. 以上の 농도에서는 有意性이 존재하였다. Mn 과 Al 이 방크스소나무의 發芽에 미치는 영향의 差異를 比較하면 Fig. 1 에서 보는 바와 같이 實驗結果로서는 약간의 差異가 있는것 같으나 有意한 差를 認定할 수는 없었다.

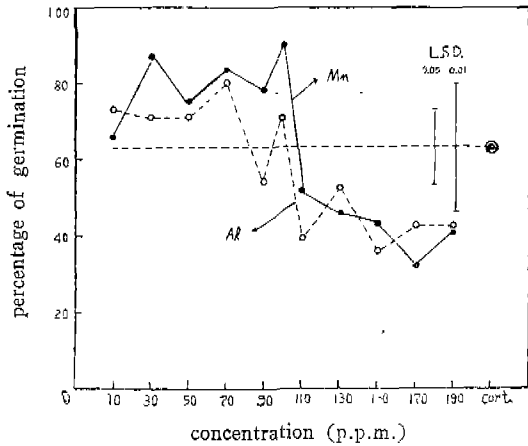


Fig. 1. The germination rate of the seeds of *Pinus banksiana* and the levels of manganese and aluminium ions.

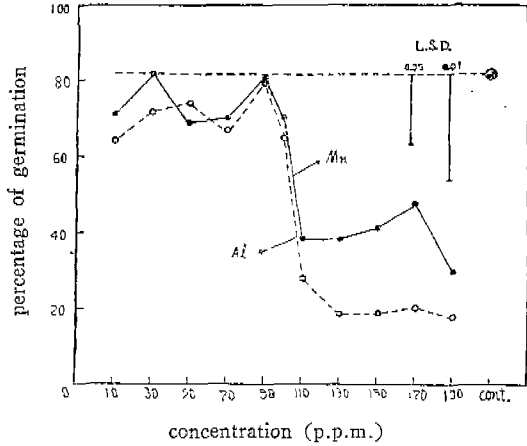


Fig. 2. The germination rate of the seeds of *Alnus incitoria* and the levels of manganese and aluminium ions.

2. 산오리나무의 發芽率: Table 1 과 Fig. 2 에서 보는바와 같이 산오리나무의 發芽는 방크스소나무의 境遇와는 달리 100 p.p.m. 以下の 濃度에서는 促進現象을 視察할 수 없었으며 110 p.p.m. 以上の 농도에서는 Mn, Al 모두가 0.01 以上の 有意度를 가지고 發芽率에 큰 抑制作用을 하였다.

Mn 과 Al 간의 산오리나무에 대한 발아 억제현상을 比較하면 Al 이 Mn 보다 훨씬 강하였으며 그 差는 높은 有意性을 나타내었다.

3. 苗木에 미치는 Mn 과 Al 의 影響: 방크스소나무와 산오리나무의 種子를 Mn 과 Al 의 여러가지 濃度에서 各各 發芽시킨 후 같은 濃度에서 3日間 자란 苗木의 個體當 生重量을 測定하였다.

Table 2. The effect of Manganese and Aluminium on the growth of seedlings.(mg/individual)

species	elements	P.P.m.	Cont.	10	30	50	70	90	100	110	130	150	170	190
<i>Pinus banksiana</i>	MnCl ₂ · 4H ₂ O		19.4	20.2	20.3	20.2	23.5	23.0	24.2	22.8	33.1	26.9	22.5	23.9
	AlCl ₃ · 6H ₂ O		19.0	23.6	22.7	16.3	19.2	18.8	17.2	22.7	27.5	18.6	18.5	20.6
<i>Alnus incitoria</i>	MnCl ₂ · 4H ₂ O		8.8	9.1	9.7	8.6	9.3	8.5	9.3	13.3	20.8	20.0	20.7	19.7
	AlCl ₃ · 6H ₂ O		8.5	8.3	7.3	8.6	5.6	1.7	6.4	9.2	9.6	7.9	7.2	9.5

Mn 과 Al 의 농도에 따른 植物生長(fresh weight)에 미치는 影響은 均一치 않으며 산오리나무와 방크스소나무는 各各 相反된 反應을 나타내었다. 即 산오리나무에 있어서는 Mn 은 苗木의 生長을 促進시키고 Al 은 억제시켰다.

방크스소나무에 있어서는 高濃度의 Mn 含量을 除外하고 大개 成長이 促進되었으며 Al 의 境遇는

오히려 약간 抑制 당하는 傾向을 나타내었다.

이 結果는 모두 統計的으로 有意한 差가 存在하지 않으나, Mn 이나 Al 의 濃도가 높을수록 키가 작고 肥大하여지며 뿌리의 生育이 抑制되는것을 볼 수 있었다.

4. 田畚土壤의 Mn 과 Al 含量 : 田畚土壤에 含有되어 있는 Mn 과 Al 의 含量이 苗木의 生長을 抑制할 程度인지를 알아보기 위하여 忠北, 全北, 全南, 慶南, 江原道 및 京畿道 所사에서 土壤을 採取하여 Mn 과 Al 을 定量하였다.

Table 3. The amount of manganese and aluminium ions in the soils.

		upland topsoil						paddy field			
		1	2	3	4	5	6	topsoil subsoil	topsoil subsoil	topsoil subsoil	topsoil subsoil
Choong Pook	Mn	20.5	33.3	12.8	16.4	34.9	5.1	16.4 47.2	5.1 39.5	8.7 22.1	18.9 45.1
Chon Pook	"	26.6	22.5	21.9	50.1	62.9	12.6	27.7 23.0	42.8 62.7	35.0 23.5	21.9 18.8
Chon Nam	"	21.4	29.2	15.9	1.6	16.2	12.0	11.5 23.0	26.1 18.3	12.5 20.9	10.4 23.0
Kyung Pook	"	137.6*	49.6	141.8*	60.6	141.8*	41.8	60.6 60.6	41.8 59.5	41.8 50.1	37.6 31.9
Kyung Nam	"	117.5*	86.2	100.3	78.3	143.3*	50.9	61.6 37.1	75.7 73.1	37.1 60.1	68.9 83.0
Kang Won	"	19.8	4.7	4.7	11.0	15.1	12.0	3.7 5.7	3.7 6.3	14.1 41.8	17.0 46.0
Kyung Kec	"	60.1	8.9	114.9*	145.2*	49.1	50.7	17.2 38.1	16.6 55.3	21.9 87.2	15.1 58.5
So-Sa	Al	30.0	10.0	57.5	70.0	11.0	61.4	15.5 21.0	36.0 11.5	24.1 41.0	52.5 33.0

* 110 p.p.m. 以上.

Table 3의 實驗結果에 依하면 畚土의 top soil 과 subsoil 間의 Mn 과 Al 含量의 差는 subsoil 의 境遇에 다소 많은것 같지만 別 有意한 差가 없었다.

各 道別로 調査한 結果를 보면 경기, 경북, 경남이 가장 Mn 含量이 많으며 110 p.p.m. 以上の 地域은 경북에서 3 個所와 경남에서 2 個所, 경기도 所사에서 2 個所이며, 土壤의 pH는 5.5±0.5의 範圍內에 있다. 따라서 이러한 濃度は 방크스소나무와 산오리나무의 發芽에 抑制作用을 할 수 있다고 生覺된다.

Al 의 分析은 다만 경기도 所사의 土壤에 限하여 行하였으며, 모두 70 p.p.m. 以下の 含量으로 發芽나 苗木의 生長에 아무런 影響을 주지않을 것으로 生覺된다. 그러므로 경기도와 경북, 경남에서 방크스소나무와 산오리나무의 苗木을 재배할때에는 반드시 Mn 의 量을 測定하여 그의 多寡를 미리 알아 할것이다.

論 議

방크스소나무와 산오리나무는 110 p.p.m. 以上の Mn 과 Al 을 含有하고 있는 溶液에서 發芽가 抑制되었는데, 이것은 比較的 낮은 pH에서 나타난 現象으로, 억제작용에는 용액의 pH가 關係된다고 生覺된다. 그러므로, 本 實驗에서는 Mn 과 Al 두 ion의 影響을 確實히 나타내기 위하여 pH를 5.5±0.5로 維持하였다.

Hackett(1962, 1964)에 依하면 낮은 pH에서 高濃度の Mn 과 Al 은 *Deschampsia flexuosa* 의 發芽를 억제하며, 그 結果 *D. flexuosa* 의 分布에 影響을 준다고 하였다.

그러나 100 p.p.m. 이하의 농도는 방크스소나무의 발아를 촉진시켰는데, 이것은 자루꽃개자리(lucerne)를 재료로한 砂耕法에서 100 p.p.m.의 Mn이 발아에 자극을 준다고한 Dessureaux(1960)의 報告와 一致하는 結果이다. 이러한 자극의 크기는 種子浸潤法에 依하여 實驗한 結果 Mn의 植物要求量에 關係한다고 Novikon & Nikolaeva(1942), Berrezuitskaya(1960), Drennan, Berrie & Armstrong(1961) 등이 報告하였다.

Mn과 Al 이외에 3-acetyl-6-methoxybenzaldehde(Gray & Bonner 1948), dinitrophenol coumarin (Miyer 1952), 8-hydroxyquinoline(Ishikama 1951), 2·4-D(Evenari 1949) 등의 毒物質은 高等植物에 있어서 毒作用을 일으켜, 발아 및 生長을 抑制하고 植物의 分布를 制限한다는 것이 밝혀졌다(Bonner 1946, 1950, 1959).

實際로 韓國 各 地方의 土壤을 分析한 結果, 경기, 경북, 경남의 數個地所에서는 110 p.p.m. 이상의 Mn을 含有하고 있는 土壤이 發見되었다. 따라서 이러한 Mn의 濃度は 방크스소나무와 산오리나무의 生長을 抑制할 것이므로 이 ion의 높은 含量은 植物의 分布에 關係한다고 生覺할 수 있다.

謝 辭

本 研究가 行해지는 동안 始終 指導해 주신 金 邊敬 博士님과 여러가지 면에서 協助해 준 張 楠基 助 教에게 感謝하는 바입니다.

要 約

本 實驗에서는 방크스소나무와 산오리나무의 種子의 發芽와 苗木의 生長에 대한 Mn과 Al의 影響을 調査하고, 아울러 田畝土壤에 含有되어 있는 Mn과 Al의 有害水準을 推定하였다.

방크스소나무의 種子는 Mn과 Al의 濃도가 100 p.p.m. 이하일 때는 그의 發芽가 促進되고, 同濃度에서 산오리나무의 種子는 아무런 影響도 받지않았다.

그러나 Mn과 Al의 濃도가 110 p.p.m. 이상일 경우에는 방크스소나무와 산오리나무의 發芽는 현저하게 抑制되었다.

苗木의 生長은 같은 濃도의 Mn에서보다 Al에서 더욱 억제되었다.

경기, 경북, 경남의 田畝土壤中 수개지역은 有害水準인 110 p.p.m. 이상의 Mn을 含有하고 있으며, Al의 含量은 比較的 낮은 値(70 p.p.m.)를 나타내었다.

따라서 土壤中の Mn 含量이 방크스소나무와 산오리나무의 分布에 한 要因이 된다고 推定할 수 있다.

文 獻

1. Bereznitskaya, N.I. 1960. The effect of microelements in seed soaking on the growth of corn. Biol. Abstr. 35, 48827.
2. Bonner, J., & Galston, A.W. 1944. Toxic substance from the culture media of quayule which may inhibit growth. Bat. Gaz. 106: 185-198.
3. Bonner, J. 1946. Relation of toxic substance to growth of quayule in soil. Bat. Gaz. 107:343-351.
4. _____, 1950. The role of toxic substances in the interaction of higher plants. Bot. Rev. 6: 51-65.
5. _____, 1957. Chemical sociology among the plants. Scientific American Edit. plant life. New York.
6. Dessureaux, L. 1960. The action of lucerne seedlings to high concentrations of manganese. plant

& Soil, 13:114-122.

7. Drennan, D.S.H., Berrie, A.M.M. & Armstrong, G.A. 1961. Prevention of manganese deficiency in oat by soaking the grain in solutions of manganese chloride. Nature. Lond. 190, 824.
8. Evenari, M. 1949. Germination inhibitors. Bot. Rev. 15:153-194.
9. Fleming, A. 1929. On the bacterial action of cultures of *Penicillium*, London.
10. Gray, R., R., & Bonner, J., 1948. An inhibitor of plant growth from the leaves of *Encelia farinosa*. Amer. J. Bot. 35:52-57.
11. Hackett, C. 1962. Stimulative effects of aluminium on plant growth. Nature, Lond. 195, 471-2.
12. _____, 1964. Ecological aspects of the nutrition of *Deschampsia flexuosa* (L.), I. The effect of Aluminium, Manganese and pH on germination. Journal of Ecol. 52(1):159-167.
13. Isikawa, S. 1951. On the growth inhibitor present in the pericarp of spinach fruit (*Spincicia oleracea*). Bot. Mag. Tokyo 64:120-125.
14. Lee, I.K. 1965 Ecological study on *Pinus densiflora* forest. II. Effect of plant substances on the floristic Composition of the under growth. The Korean Institute of plant Resources, Kyung Hee Univ. 151-184.
15. Mayer, A.M. & Evenari, M. 1952. The relation between the structure of coumarin and its derivatives and their activity as germination inhibitor. Journl. Exp. Bot. 3:246-252.
16. Navikov, G.N. & Nikolaeva, M.G. 1942. On the germination of seeds in certain species of the genus *Ferula* L. Herh. Akstr. 12, 313.