

干拓地內 植物種子의 耐鹽性과 發芽에 關한 研究

金 喆 洙

(木浦大學)

Study on the Seed Germination and Salt Tolerance of Plants in Reclaimed Salt Area

Kim, Chul Soo

(Mogpo College, Mogpo)

ABSTRACT

The germination character and the salt tolerance of seeds collected in a salt reclaimed area were studied. Twenty species of seeds out of 30 species collected were germinated under natural or continuous light conditions but only 16 species under dark condition. Germination percentage of seeds under dark was more decreased than those under other two conditions and speed of germination was accelerated at high temperature. It is clear that almost all the wild weeds were the light germinated seeds. The higher concentration of NaCl for germination inhibited to make the lower percentage and rate of germination. The germination curves of seeds treated with NaCl solution were classified into 3 different curves; a steeper, a parabola and intermediate. The critical concentrations of NaCl for germination were 2.3% for *Brassica napus*, 1.8% for *Echinochloa hispidula*, 1.5% for *Setaria lutescens*, 1.3% for *Aster koraiensis*, 0.7% for *Bromus japonicus* and 0.6% for *Glyceria acutiflora*.

緒 論

植物種子의 發芽와 耐鹽性에 關한 研究는 植物에 對한 耐鹽性 研究와 並行하여 다음과 같이 研究되었다.

우선 種子發芽에 對한 研究는 Ivan (1969)의 雜草種子의 發芽研究를 비롯하여 Hiramatsu (1973)의 風乾野草種子의 發芽率의 變化, Shibata 및 Arai(1970)의 다른 高度에서 자란 植物 種子發芽에 대한 休眠性의 영향, Fujime 및 Hirose(1979)의 種子의 低溫處理가 發芽에 미치는 영향, Kijima 및 Takei(1971)의 暖地型 벼科牧草種子의 發芽抑制物質의 영향, Nishihira 및 Nishimura (1977)의 暖地型 벼科牧草의 採種時期와 發芽速度와의 관계, Sato 및 Ikeda(1979)의 日長과 溫度에 對한 大豆의 生育反應, 高橋 등(1974)의 埋粒種子의 活性化와 外界條件에서 온 第二次休眠性 關係, Gorski(1975)의

植物의 그늘이 種子의 發芽에 미치는 영향, 石川 등 (1963)의 種子의 發芽條件을 規制하는 要因에 對한 後熟研究 등 많은 種子의 發芽要因이 研究되었다.

植物의 耐鹽性에 對한 研究는 Cavalieri 및 Huang (1979)의 鹽濕地에서 鹽生植物의 適應現象과 Phleger (1971)의 鹽分濕地에서의 草種의 生長에 미치는 鹽分의 영향, Seneca(1972)의 몇 가지 草種의 幼苗의 鹽分에 對한 生育反應, 金(1971)의 干拓地植物 群落形成過程의 研究에서 草種別 耐鹽性의 차이와 金(1975)의 갈매군락의 現存量과 환경요인 등의 研究와 Im 및 Hcang(1970, 1977)의 干拓地內에서의 水稻 및 其他 作物의 耐鹽性과 土壤부의 재배에 關한 基礎 研究, Okamoto 및 Horiuchi(1975)의 暖地型 牧草類種子의 發芽에 미치는 滲透吸引壓이 種子發芽을 阻害시킨 사실과 Saini(1972)의 海岸 堆積土壤에서 殼類의 耐鹽性과 種子發芽, Ungar 및 William(1969)의 *Iva annua* L. 의 NaCl 濃度와

發芽 등의 연구가 繼續되고 있다.

本 研究는 干拓地에 適應할 수 있는 植物을 研究하기 爲하여 干拓地와 그 周邊의 草本種子를 採種하여 種子의 發芽特性과 그들이 發芽한 時의 耐鹽性과의 關係를 究명하는데 그 目的이 있다.

材料 및 方法

種子의 採集 및 保管 이 實驗에서 使用한 種子是 1979年 7月부터 11月 30日까지의 期間에 木浦 三鶴島 干拓地內에 自生하는 植物群落中에서 30種의 種子를 採種하여 實驗에 使用하였다. 完熟한 種子를 選別하여 그의 後熟과 休眠期間을 考慮하여 紙袋에 넣은 후 實驗室에 保管하였다. 이중 種子의 100粒 乾燥重量을 秤量하여 Table 1에 表示하였다.

發芽方法 發芽는 無鹽區(標準區)와 鹽分區로 區分하였다. 無鹽區는 (1) 實驗室內에서 晝間에만 自然光을 照射한 自然光區(照度 5 klux~25 klux), (2) 24時間

繼續照射한 全光區 (20 w 螢光灯 4개를 접시 위 40 cm 높이에 設置하여 5 Klux로 비추), (3) 黑色 vinyl로 접시를 싸서 光線을 차단한 全暗區로 다시 細分하였다. 發芽中의 溫度는 自然光區에서는 Fig. 1과 같았고 全光區와 全暗區는 25°~20°C로 維持하였다. 種子發芽는 매일 18時에 觀察한 후 發芽한 種子를 접시에서 除去하였다. 특히 全暗區의 觀察은 暗室에서 0.5 lux 以下의 綠色光 밑에서 실시하였다.

種子 100粒 重量이 1.0 g 이상인 것은 50粒씩, 1.0 g 이하인 것은 100粒씩 4 反復으로 發芽시켰다. 無鹽區는 6g의 寒天粉末을 1,000 ml의 증류수에 녹인 基本培地를, 鹽分區는 基本培地에 一定량의 NaCl를 加한 培地를, 直徑 9 cm의 滅菌 페트리 접시에 40 ml씩 넣고 種子를 均一하게 散布한 後 明暗發芽器(Seedburo equipment Co. 製)內에 넣어서 發芽시켰다.

無鹽區는 1980年 4月 24日~5月 6日에 發芽시켰고 鹽分區는 自然光區와 全光區를 區分하여 1980年 5月 14日~6月 30일에 發芽시켰다.

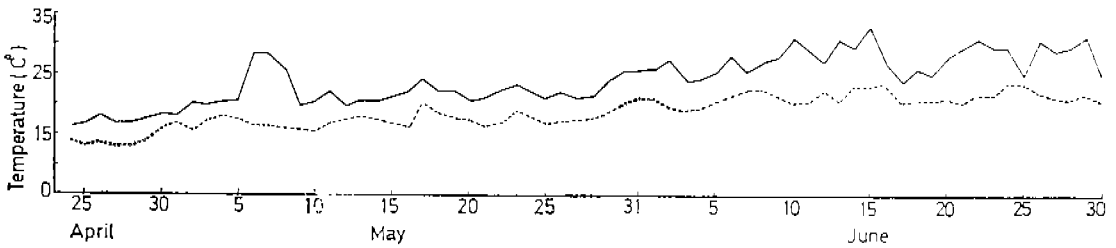


Fig. 1. Changes of daily maximum (solid line) and minimum (dotted line) temperatures in the seed bed under the natural light.

結果 및 考察

種子의 生態의 特性 種子의 生態의 特性은 Table 1에 나타낸 바와 같이 10種은 6~7월에 採種한 것이고 20種은 10~11월에 採種한 것이다. Numata (1958)의 種子의 散布型에 의하면 風散布種(D₁, anemochore)이 11種, 動物散布種(D₂, Zoochore or brotochore)이 3種, 物理的 彈力散布種(D₃, mechanical propulsion)이 4種, 重力散布種(D₄, clitochore)이 16種으로 D₄가 全種의 50%를 차지하였다. 種子의 100粒 平均 乾重은 5種만이 1.50 g를 超過하였고 殘餘種은 全部 0.5~1.0 g 이었다.

植物의 開花時期는 4~5月の 春型이 5種, 6~8月の 夏型이 20種으로 가장 많았으며 9~10月の 秋型은 5種 이었다.

無鹽區의 發芽 自然光區에서 種子是 Table 1과 Fig. 2에서처럼 30種中 20種이 發芽되었다. 全光區와 全暗區에 比하여 自然光區는 大部分 種子의 發芽初日과 發芽速度가 늦었다. 특히 自然光區, 全光區 및 全暗區의 發芽率은 벌개미취(발아율 77 : 10 : 15)와 갯강아지풀(88 : 5 : 0)에서 自然光區가 높았다. 한편 나리새(發芽率 : 75%)와 나도개피(32%)는 自然光區에서 만 발아되었고 옥질보리풀(18 : 51 : 19)은 오히려 發芽率이 前 2區에 比하여 낮아졌다. 自然光區는 光周性, 溫周性(Fig. 1) 및 低溫(14~19°C)인 環境이었는데 大部分 種子의 發芽速度가 늦은 까닭은 低溫에 基因하는 것으로 解析되며, 벌개미취처럼 3 處理區에서 모두 發芽하고 특히 自然光區에서 發芽率이 높은 것으로 보아 이 種은 光線과는 關係없이 變溫에 基因하는 것으로 判斷된다(石川, 1965). 갯강아지풀은 自然光區와 繼續 光下의 全光區에서는 發芽되지만 全暗區에서는 發芽하지 않은 것으로 보아 光發芽種이지만 變溫 또는 低溫

Table 1. Characteristics of seeds, date of collection and blooming period of the plants

No.	Species	Blooming period	Date of collection	Disseminule type	Weight per 100 seeds (g)	Germination percentage	
						Light	Dark Nature
1.	<i>Brassica napus</i> (유채)	May	June 10, 1979	D ₃	0.879	100	100
2.	<i>Bidens parviflora</i> (가노도깨비바늘)	Aug.~Sep.	Nov. 25, 1979	D ₂	1.556	52	35
3.	<i>Aeschynomene indica</i> (자귀풀)	July	Oct. 20, 1979	D ₃	1.581	59	59
4.	<i>Aster koraiensis</i> (별개미취)	Oct~Nov.	Nov. 25, 1979	D ₁	0.482	10	15
5.	<i>Aster tripolium</i> (갯개미취)	Sep.~Oct.	Oct. 20, 1979	D ₁	0.539	71	55
6.	<i>Stipa extremorientalis</i> (나레새)	Aug.~Sep.	Nov. 25, 1979	D ₁	0.506	0	0
7.	<i>Rumex japonicus</i> (참소리쟁이)	June~July	Oct. 20, 1979	D ₁	0.603	80	56
8.	<i>Glyceria acutiflora</i> (옥철보리풀)	Apr.~Mar.	June 20, 1979	D ₁	0.699	82	51
9.	<i>Echinochloa hispidula</i> (강피)	May	Nov. 20, 1979	D ₄	0.727	80	29
10.	<i>Vicia sativa</i> (살갓키)	Aug.~Sep.	June 20, 1979	D ₃	1.538	4	3
11.	<i>Suaeda japonica</i> (해홍나물)	June~July	Oct. 20, 1979	D ₄	0.502	29	20
12.	<i>Bromus japonicus</i> (참새귀피)	Sep.~Oct.	July 3, 1979	D ₁	0.736	100	100
13.	<i>Eclipta prostrata</i> (한련초)	June~Aug.	Nov. 20, 1979	D ₄	0.517	100	0
14.	<i>Cyperus iria</i> (침방풍산이)	July~Aug.	Oct. 20, 1979	D ₁	0.513	39	0
15.	<i>Chenopodium acuminatum</i> (아기뿔이주)	July~Aug.	Nov. 25, 1979	D ₄	0.553	65	0
16.	<i>Agastache rugosa</i> (방아잎)	July~Aug.	Nov. 25, 1979	D ₁	0.494	97	95
17.	<i>Setaria lutescens</i> (곰강아지풀)	July	Nov. 25, 1979	D ₄	0.619	16	13
18.	<i>Sporobolus longatus</i> (취피리새풀)	Jun.~Aug.	Oct. 20, 1979	D _{1, D₂}	0.497	41	0
19.	<i>Pennisetum japonicum</i> (수크령)	Aug.~Sep.	Nov. 25, 1979	D _{1, D₂}	0.872	43	15
20.	<i>Lathyrus japonicus</i> (갯완두)	May	July 3, 1979	D ₃	2.482	6	18
21.	<i>Setaria viridis</i> var. <i>pachystachys</i> (갯강아지풀)	June	Nov. 25, 1979	D _{1, D₄}	0.474	5	0
22.	<i>Polygonum aviculare</i> var. <i>buxifolium</i> (마디풀)	June~July	Nov. 25, 1979	D ₄	0.662	0	2
23.	<i>Eriochloa villosa</i> (나도깨피)	June~July	July 3, 1979	D ₄	0.549	0	0
24.	<i>Atriplex tatarica</i> (갯논쟁이)	July~Aug.	Nov. 25, 1979	D ₁	0.820	0	0
25.	<i>Scirpus maritimus</i> (메자기)	June~July	July 3, 1979	D ₄	0.820	0	0
26.	<i>Carex scabrifolia</i> (진일시초)	May	July 3, 1979	D ₄	1.593	0	0
27.	<i>Fimbristylis longispica</i> (큰하늘지기)	Aug.	Nov. 25, 1979	D ₄	0.498	0	0
28.	<i>Scirpus niponicus</i> (물고랭이)	Aug.	June 3, 1979	D ₄	0	0	0
29.	<i>Setaria viridis</i> var. <i>purpurascens</i> (지구강아지풀)	July	Oct. 20, 1979	D ₄	0.693	0	0
30.	<i>Celostia cristata</i> (멘드라버)	Sep.~Oct.	Oct. 20, 1979	D ₄	0.580	0	0

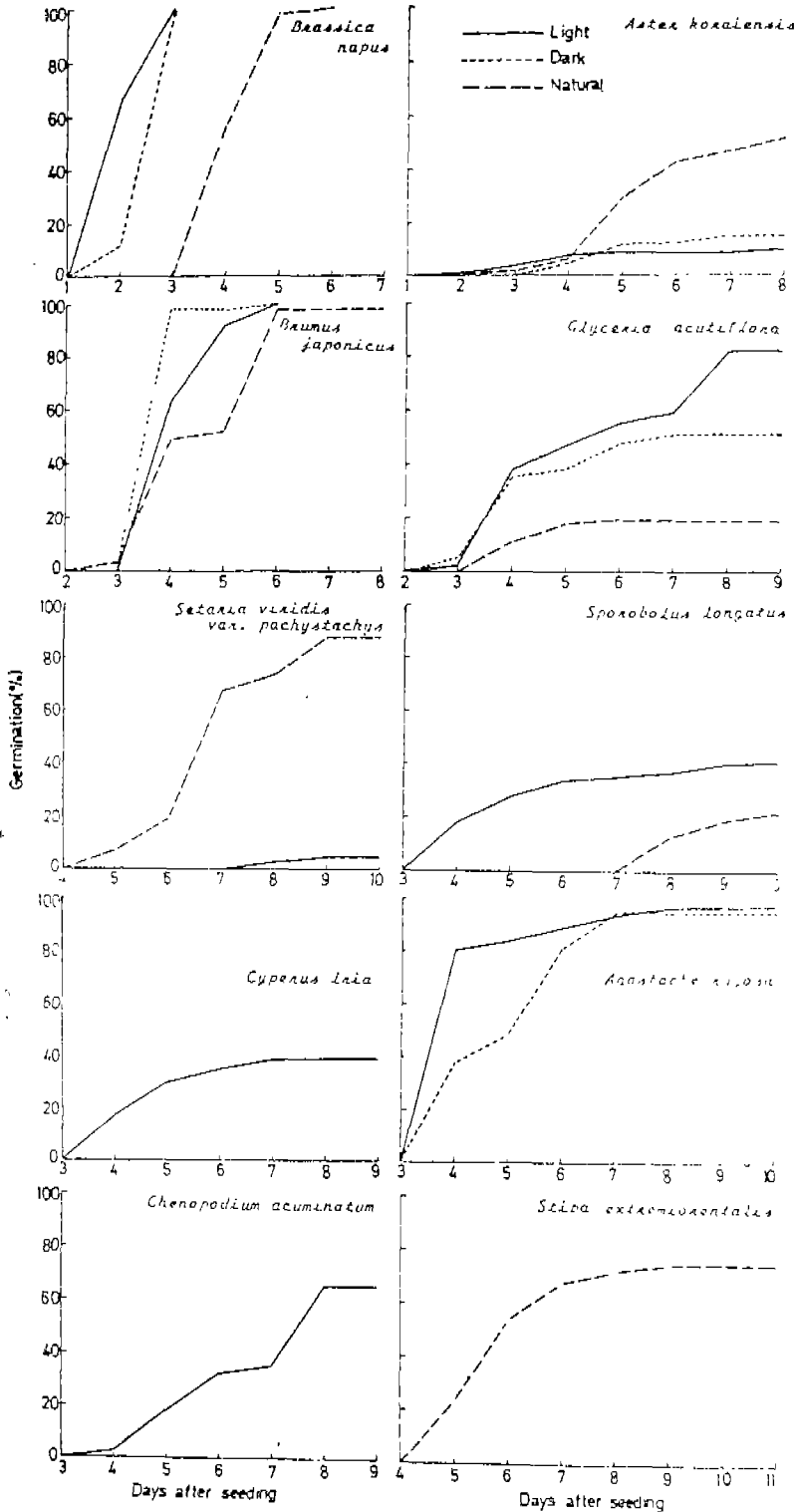


Fig. 2. Changes of percentage and rate of germination after seeding for typical species under the different light conditions.

에 關係하는 것으로 생각된다. 육절보리풀이 低溫인 自然光區에서 發芽率이 낮은 것은 低溫에 原因이 있는 것으로 믿어진다. 이와 같이 溫度가 種子發芽에 영향을 미치는 實驗結果는 많이 있다(石川, 1965; 中山, 1976; Kijima 및 Takei, 1971)

全光區는 24時間 光線을 계속 照射하고 高溫(25~30°C)에서 發芽시킨 區로서 한편초와 쥐꼬리새풀은 全光區와 自然光區(低溫)에서는 發芽되지만 全暗區에서 發芽되지 않는 것으로 보아 光發芽種임을 알 수 있다. 따라서 쥐꼬리새풀은 石川(1965)의 結果와 일치된다.

참방동산이와 아기명아주는 自然光區와 全暗區에서 發芽되지 않고 全光區(高溫)에서만 發芽되는 것으로 보아 高溫下의 光發芽種임을 알 수 있다. 石川(1965)는 참방동산이는 光變溫種으로, 아기명아주는 全光種으로 분류하였다. 한편 방아잎은 全光區와 全暗區(高溫)에서는 發芽되지만 自然光區에서는 發芽되지 않는 것으로 보아 光線과는 關係없이 高溫性發芽種임을 알 수 있었다. 이것을 石川는 全光變溫種으로 報告하였으나 本實驗結果에서는 全暗區에서도 95%의 發芽率을

나타낸 사실로 보아 全光發芽種으로 斷定하기는 困難하다.

全暗區에서 種子의 發芽率은 自然光區나 全光區에 비하여 보다 낮았는데 石川(1965)에 의하면 雜草種子是 暗發芽種이 없고 거의 明發芽種이라고 보고하고 있다.

無鹽條件의 自然光區, 全光區 및 全暗區에서 30種中 7種은 發芽되지 않았는데 이들은 大部分 사초과의 種子이었다. 이 理由는 中山(1976)가 指摘했듯이 이들 濕地植物의 種子들은 乾燥狀態에 저장함으로써 發芽力을 잃은 까닭이라고 생각되나 石川(1965)의 光要因과 溫度要因의 研究와 Shibata 및 Arai (1970)의 溫度와 休眠覺醒關係, 河原 및 若松 (1967)의 種子의 休眠期間, Hiramatsu (1973)의 種子의 季節的發芽型 등의 研究에서 밝힌 바와 같이 種子의 發芽性狀이 一定하지 않기 때문에 계속적인 연구가 요망된다.

種子의 耐鹽性 無鹽區의 發芽實驗에서 發芽率이 높은 7種을 選擇하여 鹽分區에서 發芽시킨 結果를 Fig. 3에 表示하였다. 發芽率은 鹽分濃度가 增加함에 따라

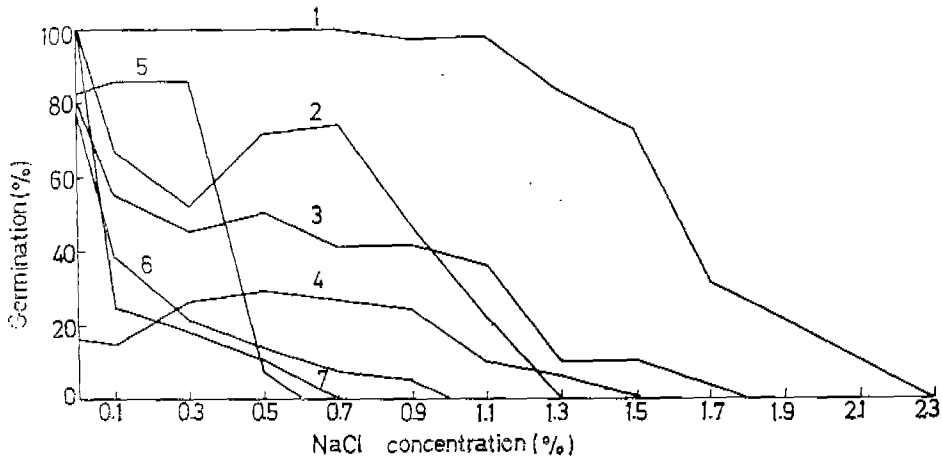


Fig. 3. Relation between germination percentage and NaCl concentration on the representative species. Note: Numerals on the graphs represent the species number shown in Table 1.

低下되었다. 低濃度(0.1% NaCl)의 鹽分處理로 말미암아 육절보리풀, 벌개비취, 참새귀리는 예민하게 反應하여 曲線이 急傾斜를 이루었지만, 유채와 강피는 耐鹽性이 強하여 曲線이 완만한 拋物線을 이루었으며, 가논도깨비바늘은 中間程度의 耐鹽性을 나타내었다. 금강아지풀은 無鹽培地에서는 發芽率이 16%이었는데 0.5% NaCl 培地에서는 39%이었고 다시 鹽分濃度가 짙어져서 1.3% NaCl에서는 6%로 낮아졌다. 즉 이 種은 低濃度의 NaCl에 의하여 오히려 發芽率이 높아지는 種이었다. 種子의 發芽가 低下하기 시작하는 鹽分濃度 即 耐鹽限界濃度는 보면 유채는 1.5% NaCl에

서 80%, 강피는 1.1% NaCl에서 40%의 發芽率을 보여서 이 種들은 干拓地에서 發芽가 可能한 種이었다. 種子의 發芽가 完全히 抑制되는 鹽分濃度 即 種子發芽 鹽分限界濃度는 유채 2.3% (NaCl), 강피 1.8% (NaCl), 금강아지풀 1.5% (NaCl), 가논도깨비바늘 1.3% (NaCl), 벌개비취 1.0% (NaCl), 참새귀리 0.7% (NaCl), 육절보리풀 0.6% (NaCl)의 順으로 나타났

다. 鹽分濃度에 따른 發芽速度와 發芽率의 關係를 實驗한 中에서 代表的인 4種만을 골라서 그 結果를 Fig. 4에 表示하였다. 鹽分濃度가 짙어짐에 따라 發芽率은 低

下되고 發芽速度도 늦어졌다. 이는 鹽分에 의한 滲透壓의 증가로 말미암아 發芽가 抑制되는 것으로 解析된다.

이와 같은 사실은 일찌기 Seneca (1969, 1972), Saini (1972), Ungar 및 William (1970) 등의 報告와 같다.

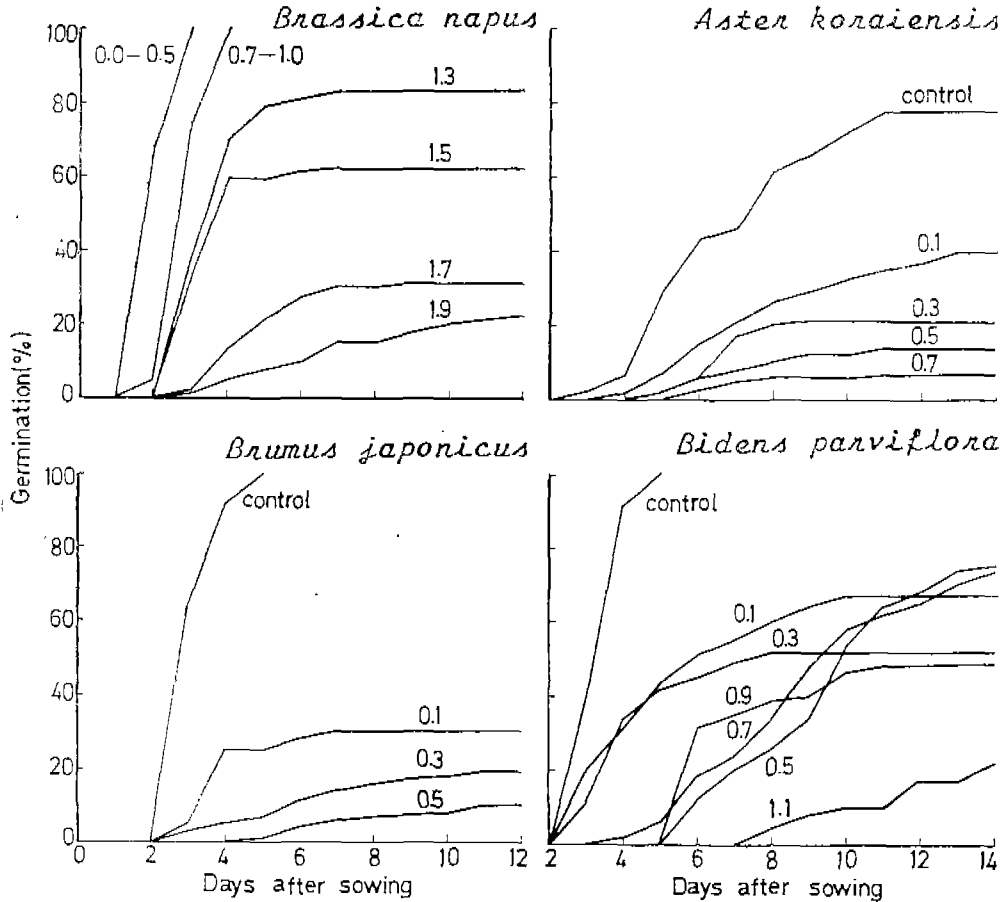


Fig. 4. Changes of percentage and rate of germination for several seeds treated with the different concentrations of NaCl solution. Control is distilled water and numerals of curves are NaCl concentration.

또한 無鹽區에 比하여 平均發芽日數가 참새귀리는 0.5% NaCl 培地에서 3.6日, 벌개미취는 0.5% NaCl 에서 3.2日, 유채는 1.5% NaCl에서 2.4日, 가는도깨비바늘은 1.1% NaCl에서 8日이 늦어졌다(Okamoto 및 Horiuchi, 1975).

摘 要

干拓地內에서 自生하고 있는 植物種子 30種을 1979年 7月~11月末日까지의 期間에 採種한 후 다음 해 4月부터 6月末까지의 期間에 種子의 發芽特性과 發芽에 대한 耐鹽性を 調査하였다.

種子의 發芽特性을 보면 30種中 23種만이 發芽하였다. 無鹽區의 自然光區와 全光區에서는 各各 20種이

發芽하였고 全暗區에서는 16種이 發芽하였으나 發芽率이 前2區보다 현저하게 낮았다. 野生草種은 大部分 光發芽種이었다.

鹽分區에서는 鹽分濃度가 증가함에 따라 發芽率은 低下되고, 發芽速度는 늦어졌고, 發芽曲線은 急傾斜型, 拋物線型 그리고 中間型으로 구분되었다.

種子發芽의 鹽分限界濃度는 유채(*Brassica napus*) 2.3% NaCl, 강피(*Echinochloa hispidula*) 1.8% NaCl, 금강아지풀(*Setaria lutescens*) 1.5% NaCl, 가는도깨비바늘(*Bidens parviflora*) 1.3% NaCl, 벌개미취(*Aster koraiensis*) 1.0% NaCl, 참새귀리(*Bromus japonicus*) 0.7% NaCl, 옥철보리풀(*Glyceria acutiflora*) 0.6% NaCl의 順이었다.

REFERENCES

- Cavaleri, A. J. and A. H. C. Huang. 1979. Evaluation of proline accumulation in the adaptation of diverse species of marsh halophytes to the saline environment. *Amer. J. Bot.* 66: 307—312.
- Fujime, Y. and T. Hirose. 1979. Studies on thermal conditions of curd formation and development in cauliflower and broccoli. I. Effects of low temperature treatment of seeds. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 48: 82—90.
- Gorski, T. 1975. Germination of seed in the shadow of plants. *physio. plant.* 34: 342—346.
- Hiramatsu, N. 1973. Transition of germination capacity of the seeds from wild grasses while stored in natural dry atmosphere. *Japan J. Ecol.* 23: 266—273.
- 石川茂雄, 藤伊正, 横濱康徳, 1963. 種子の発芽条件を規制する要因に対して“後熟”, 日植生理学会 3: 67—74.
- 石川茂雄. 1965. 生活のための生物学, 廣川書店, 東京, pp.172—199.
- Im, H. B. and C. S. Hoang. 1970. Study on the salt tolerance of rice and other crops in reclaimed soil areas. *Kor. J. Bot.* 13: 161—169.
- Im, H. B. and C. S. Hoang. 1977. A basic study on sugar beet culture in reclaimed salt area. *Kor. J. Bot.* 20: 23—27.
- 金諾深. 1971. 干拓地植物群落形成過程에 關한 研究. 韓植誌, 14: 27—33.
- . 1975. 갈래군락의 現存狀과 環境要因에 關한 研究. 韓植誌, 18: 129—134.
- Kijima, K. and K. Takei. 1971. Germination test of tropical and sub-tropical grasses. *J. Japan. Grassl. Sci.* 17: 170—175.
- 河原榮治, 若松敏一. 1979. タビエに對する研究. 日作紀. 34: 380—383.
- Nishihira, T. and S. Nishimura. 1977. Studies on the seed production of tropical grasses. *J. Japan Grassl. Sci.* 23: 183—187.
- 沼田貞. 1978. 草地調査法ハンドブック. 東京大學出版會. pp. 23—117.
- 中山包. 1976. 發芽生理學. 内田老鶴園新社, 東京. pp.3—66, 170—258, 277—320.
- Okamoto, K. and S. Horiuchi. 1975. Effect of soil water suction on the germination and emergence of warm season grass. *J. Japan. Grassl. Sci.* 21: 21—25.
- Phleger, C. F. 1971. Effect of salinity on growth of a salt marsh grass. *Ecology* 52: 908—911.
- Sato, K. and T. Ikeda. 1979. The growth responses of soybean plant to photoperiod and temperature. *Japan. J. Crop. Sci.* 48: 283—290.
- Saini, G. R. 1972. Seed germination and salt tolerance of crops in coastal alluvial soil of New Brunswick, Canada. *Ecology* 53: 524—525.
- Seneca, E. D. 1972. Seedling response to salinity in four dune grasses from the outer banks of North Carolina. *Ecology* 53: 465—471.
- Shibata, D. and T. Arai. 1970. Seed germination in *Polygonum regnontria* Makino grown at different altitude. *Japan. J. Ecol.* 20: 9—13.
- 高橋均, 高橋保夫, 本田太陽, 根岸節郎. 1974. 輪換畑におけるイタリアンライグラスと野ビエの連続栽培に關する研究 第3報, ケイヌビエの種子の活性變化と外圍條件との關係. 日草誌, 20: 73—78.
- Ungar, I. A. and C. H. William. 1970. Seed germination in *Iva annua* L. *Ecology* 51: 150—154.

(1980. 8. 1. 接受)