

土壤水分 差異가 울무의 生長과 通氣組織 發達에 미치는 影響

金正泰* · 朴熙生* · 金成萬** · 李成煥**

Effects of Water Potential on Plant Growth and Aerenchyma Development in Adlay(*Coix lacryma-jobi* L. var. *mayuen*)

Jung Tae Kim*, Hee Seaing Park*, Sung Man Kim** and Sung Hwan Lee**

ABSTRACT : Effects of different water potential on the growth and aerenchyma development of Adlay(*Coix lacryma-jobi* L. var. *mayuen*) were studied under every 3 days intermittent irrigation as a control at different growth stages, flooded pot condition and drought.

Adlay could not germinate in the anaerobic soil conditions with excessive moisture while it wasn't inflicted with moisture damage after sprouting. Sprouted adlay can grow under flooded soil moisture condition because it's root has orthostichy cell, ventilating structure and cortex. Proping or ventilating roots were generated from adlay grown under flooded pots. Drought damage inflicted at the heading stage was the most severe.

Key words : Adlay, Germination, Water potential, Flood, Cortex.

울무의 英名은 Adlay 혹은 Adlai(any of several soft-shelled Job's tears cultivated for food and for forage and fodder especially in South-eastern Asia, Japan, and Philippines) 이고, 學名은 *Coix lacryma-jobi* L. var. *mayuen*¹⁾이나 國內 論文에는 염주의 英名인 Job's tears(hard pearly white seeds often sold as beads or strung in necklace)와 學名은 *Coix lacryma-jobi* L.로 表記된 것⁵⁾이 있으며 pearl barley³⁾(barley ground into small round pellets)로 쓰여진 文獻도 보였다.

우리나라에서는 현재까지 울무를 耐旱性이 강한 발작물로서만 인식하여 주로 경사지 또는 개간지 등에서 대부분 재배하고 있어 여름철 旱魃被害와 동반되는 葉故病 및 倒伏 被害로 栽培 安定性이 떨어지고 單位面積當 收量性('95, 233kg /

10a)⁹⁾이 낮으며 搗精問題 등으로 비록 울무의 藥效 및 收益性이 높은 것은 알고 있지만 農業者들이 울무 栽培를 기피하고 있는 실정이다.

그러나 嶺南農業試驗場의 울무 收量成績⁴⁾ 및 Kim⁵⁾ 등의 研究報告에 의하면 울무를 澁水 또는 間斷澆水하여 벼와 같은 물관리 방법으로 논에서 栽培하였을 때 葉故病의 발병이 줄어들었을 뿐만 아니라 750kg / 10a 이상의 粗穀收量을 수확할 수 있었다고 하였으며 '96년도 연천농협의 울무 收買 價格이 粗穀 1kg당 1,500원이었으니 10a당 粗收 益이 1,125,000원에 달하는 高所得作物임을 알 수 있었다.

따라서 울무의 需要充當 및 栽培 安定성 확립을 위해 뿌리의 通氣構造 및 水分 適應性을 구명하고, 생육 단계별 旱魃과 過濕被害 程度를 평가하기 위해 실시한 일련의 實驗結果를 報告하는 바이

* 嶺南農業試驗場(National Yeongnam Agricultural Experiment Station, RDA, Milyang 627-130, Korea)

** 密陽産業大學校 農學科(Dept. of Agronomy, Milyang National University, Milyang 627-130, Korea)

<'97. 9. 18 接受>

다.

材料 및 方法

本試驗은 1996년 3월부터 1997년 5월까지 嶺南 農業試驗場 田作科 試驗圃에서 실시하였으며 供試品種은 密陽울무를 이용하였다. 土壤水分 程度別 發芽率 比較試驗은 40×50×7cm pot를 사용하여 20~25℃하에서 조사하였고, 生育段階別 旱魃被害 實驗은 지름 50cm, 높이 60cm인 원통형 플라스틱 포트에 한번의 길이가 20cm되게 하는 정삼각형으로 3본이 되게 5월 15일에 파종하였다.

處理別 反復當 포트수는 10개로 하여 完全任意 配置 3反復으로 配置하였으며 施肥量은 N-P₂O₅-K₂O-퇴비를 각각 12-6-6-1,000kg/10a를 기준으로 施肥하되 질소의 50%는 出穗期에 追肥하였다. 비가림을 위해 각 포트에 비닐을 씌웠으며 適濕處理는 3일에 1회씩 충분히 灌水하는 것으로 하였고 灌水處理는 밑넓이 90×150cm, 높이 80cm인 고무통에 물을 70cm 높이까지 채운 후 울무가 20cm 정도 자란 것을 집어 넣어 收穫때까지 두었다. 分蘗期, 出穗期, 穗孕期 旱魃處理는 止葉이 시작될 때까지 하였으며 그때 당시 土壤水分은 pF 4.0~4.5 정도였다. 旱魃處理 이외의 生育期間에는 水分管理를 適濕處理區와 같은 방법으로 실시하였다. 地下部 生育量은 收穫當時 地上部 1절에서 잘라 물에 씻은후 80℃에 24시간 乾燥後 稱量하였고 地上部 生育은 農村振興廳 調查基準에 따랐다. 뿌리 通氣組織은 幼根, 氣根, 成熟根의 橫斷面을 0.1~0.3mm 정도로 얇게 자른후 100배의 倍率로 觀察하였다.

結果 및 考察

1. 土壤水分에 따른 發芽率 및 뿌리 通氣組織

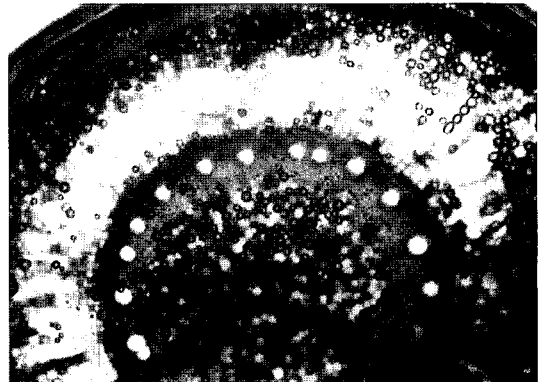
土壤水分에 따른 울무 종자의 發芽率은 表 1에서와 같이 圃場用水量 범위에서는 양호하였으나 灌水下에서는 전혀 發芽하지 않았다. 따라서 울무

Table 1. Germination rate of adlay affected by different soil moisture potentials

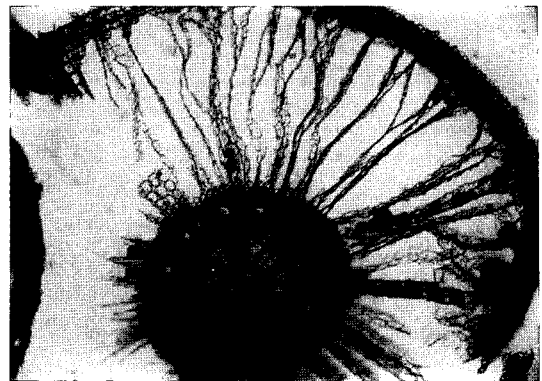
Press potential(pF)	Germination rate(%)
0~1.0	0
2.0~2.7	96
3.0~4.1	32
>4.2	0

종자는 벼 종자처럼 산소가 없을 경우에도 無氣呼吸에 의하여 發芽에 필요한 에너지를 얻을 수 있는 종자가 아니라 대부분 식물종자에서와 같이 산소가 충분히 공급되어 好氣呼吸이 잘 이루어져야 發芽가 잘 되는 작물임을 알 수 있었다.

3일에 1회씩 間斷灌水下에서 자란 울무 뿌리와



(A)



(B)

Photo 1. Adlay root's transection grown under every 3 days irrigation(A) and flooded all time after sprouting(B).

湛水下에서 자란 울무 뿌리의 횡단면을 비교 관찰한 결과 사진 1에서 나타나 있는 바와 같이 울무 뿌리의 細胞配列은 벼 뿌리와 같이 細胞間 間隔이 큰 直列構造를 하고 있었으며, 울무의 뿌리가 계속해서 물 속에서 자라게 되면 점차 sponge 組織을 가지는 뿌리로 발달하면서 間斷灌水下에서 자란 뿌리에 비해 뿌리 橫斷面 面積中에서 皮層(派生通氣組織) 부분이 점차 확대되어 莖葉으로부터 뿌리에 이르기까지 酸素供給이 원활하게 이루어짐을 추측할 수 있었으나 皮層의 면적과 그것이 차지하는 비율을 숫자로 表示하지 못한 점이 아쉽다. 松尾⁷⁾는 벼의 뿌리발육에 관한 研究報告에서 湛水時 上位根(氣根) 발생량이 많은 품종일수록 어느 정도에 이르기까지는 收量이 증대하였으며, 湛水下의 벼 뿌리는 細胞間隙이 넓어지면서 皮層이 뿌리에서 차지하는 面積比率이 높아진다고 하여 본시험 결과와 비슷한 경향을 報告한바 있다.

2. 土壤水分에 따른 地下部와 地上部 生育

間斷灌水(3일 1회), 湛水, 分蘖期, 出穗期, 穗孕期때의 旱魃處理를 한 결과 地上·地下部 生育量과 個體當 成熟粒數는 表 2와 같이 나타났다. 稈長은 間斷灌水 處理區에서 가장 길었고 湛水處理區에서 가장 짧았으나 뿌리 乾物重 및 地上部 乾物重은 間斷灌水 및 湛水處理區間에 차이를 찾아 볼 수 없었다. 이와 같은 경향은 논상태하에서 자란 울무의 稈長이 밭상태에서 자란 울무보다 작았으나, 分蘖이 논상태에서 자란 울무가 많이 확보되었고, 生育이 건전하게 進전되어 Top/Root

비율이 밭상태하에서 자란 울무에 비해 낮은 건전한 生育을 보였을 뿐만 아니라 耐倒伏性도 증대되었다는 報告 및 울무를 논에 移植栽培함으로써 뿌리 발육이 양호하고 耐倒伏性이 증대되었으며 有效莖數가 많아져 種實收量이 17%까지 田作栽培에 비해 增收되었다는 渡邊¹¹⁾ 등의 研究結果와 일치하는 경향이였다.

旱魃의 被害는 出穗期에 가장 被害를 많이 받았으며, 分蘖期에 被害가 가장 적은 것으로 나타났다. 이와 같은 원인은 分蘖期 당시 입은 旱魃被害는 남은 生育기간이 길어 回復이 可能하였을 뿐만 아니라 生殖器官이 被害를 받지 않았던 데 기인되었다고 짐작되었다.

사진 2에서는 旱魃被害를 받은 뿌리와 灌溉한

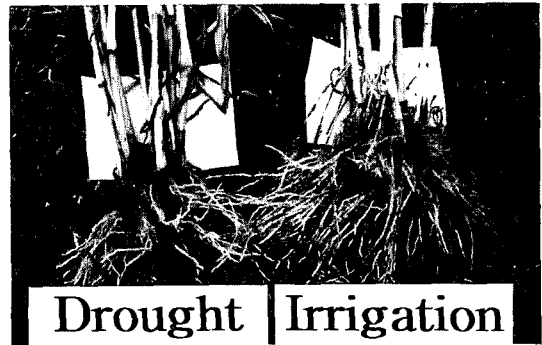


Photo 2. Typical root shapes of adlay grown under irrigation and drought soil moisture conditions.

Table 2. Biomass of root and top, and grain numbers affected by different irrigation treatments in adlay

Irrigation treatment	Culm length (cm)	Wt. of dry root/plant (g)	Wt. of dry culm & leaf / plant (g)	Total number of full-filled grain / plant
Every 3 days	195	348	352	354
Flooded	167	339	345	337
Drought at the tillering	181	206	247	276
Drought at the heading	178	157	182	151
Drought at the grain filling	184	197	223	243
CV(%)	1.58	7.14	8.94	13.14
LSD(5%)	5.39	33.52	45.40	67.35

Table 3. Effects of irrigation and drought performed at different growth stages on growth characteristics of adlay

Irrigation treatment	Heading date	Maturing date	Rate of sterility	Leaf blight disease (0~9)	1,000 grain wt. (g)
Every 3 days	Aug. 18	Oct. 30	15	1	113.7
Flooded	Aug. 20	Nov. 2	12	1	114.2
Drought at the tillering	Aug. 25	Oct. 23	17	5	108.7
Drought at the heading	Aug. 18	Oct. 20	33	5	92.7
Drought at the grain filling	Aug. 18	Oct. 17	22	3	93.5

뿌리의 典型的인 模樣을 보여 주고 있다. 울무 栽培時 灌溉를 실시함으로써 그 뿌리는 얇고 넓게 분포함을 볼 수 있었고 상위마디에서 支柱根 및 氣根이 많이 발생하였다. 이와 같은 뿌리組織의 變化는 비^{27,8,11)} 및 沼澤作物¹⁾에서 報告된 바 있다.

3. 土壤水分에 따른 울무의 出穗, 登熟 및 葉故病 程度

울무 栽培時 間斷灌水, 灌水 및 時期別 旱魃處理에 따른 생육을 表 3에서 살펴보면 灌水下에서 자란 울무는 間斷灌水處理下에 자란 울무에 비해 登熟期間이 길고 登熟環境이 양호하였음을 보여 준 반면, 각 生育段階別 旱魃處理는 登熟期間이 단축되고 登熟環境이 악화된 것으로 나타났다. 특히 灌水條件下의 울무 생육은 登熟期間이 길었고 千粒重은 무거워진 반면 不妊率은 낮아졌을 뿐만 아니라 葉故病 發病도 적은 것으로 보아 울무는 濕害被害를 전혀 받지 않는 作物임을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 葉故病 發病이 논 상태에 비해 밭 상태에서 많이 發病되었다는 研究報告⁵⁾와 登熟期에 乾燥하게 되면 葉故病이 급격히 발생한다는 矢野, 田中⁸⁾의 研究結果와 일치하는 경향이 있으며, 울무는 C₄ 植物로서 光合成 能率向上을 위해 충분한 土壤水分이 요구된다는 小林⁶⁾의 報告와도 일치하는 경향이였다.

摘 要

울무 뿌리의 水分 適性 및 生育 段階別 旱魃被害 程度를 究明하기 위해 實施한 試驗結果를 要約

하면 다음과 같다.

1. 울무 種子의 發芽는 酸素가 不足한 嫌氣條件下에서는 극히 不良하였으나 發芽以後에는 濕害를 받지 않는 作物이었다.
2. 울무 뿌리의 橫斷面 細胞配列은 細胞間隙이 큰 直列構造로 되어 있었고 灌水下에 놓이면 皮層(通氣構造) 面積이 점차 擴大됨을 알 수 있었다.
3. 灌水狀態下의 울무는 支柱根 및 氣根이 上位節에서 많이 發生되었을 뿐만 아니라 葉故病 發病이 抑制되었고 登熟이 良好하였다.
4. 울무의 生育 段階別 旱魃被害는 出穗期 旱魃處理에서 가장 被害가 컸다.

LITERATURE CITED

1. 有門博樹 1956. 水陸生植物의 通氣系와 通氣壓. 日作紀 24 : 289~295.
2. 今井良衛, 小出道雄 1984. 水田にあけるハトムキの 移植栽培法. 北陸作物學會報 19 : 59.
3. Kim B.K and Choe B.H. 1986. Classification of Korean local pearl barley(*Coix lacryma L.*) by the morphological characters. Res. Rep. Agri. Sci. Tech. Chungnam Nat'l Univ. Korea Vol. 13(1) 17~32.
4. 金正泰 1996. 栽培條件에 따른 울무의 生理·生態究明. 嶺南農試報告書 : 273~279.
5. Kim J.T, Kwack Y.H and Kim Y.C. 1996. Growth and yield of Job's tears(*Coix lacryma-jobi L.*) at different planting

- density and time under dry and flooded paddy field. Korean J. Crop Sci. 41(5) : 558~562.
6. 小林甲喜 1983. ハトムキ栽培の現状と技術的課題. 農及園 58 : 147~150.
 7. 松尾孝嶺 1990. 稻學大成(形態編) : 97~141.
 8. 矢野雅彦, 田中昇一 1984. 水田にあけるハトムキ. 福岡農試研報 A-4 : 51~54.
 9. 農林水産部 1995. 農林水産 主要統計.
 10. Philip Babcock Gove Ital. 1969. Webster's Third new International Dictionary A Merriam-Webster Latest Unabridged.
 11. 度邊富男, 武市義雄, 鶴岡正雄 1983. 水田にあけるハトムキ 栽培法 - 育苗時間, 初期の水管理, 刈取時期について. 千葉農試研報 24 : 31~34.