

# 土壤의 物理的 特性이 大麦의 뿌리 分布에 미치는 影響

趙仁相\* · 金鯉烈\* · 崔大雄\*\* · 任正男\* · 嚴基泰\*

## The Effects of Soil Physical Properties on Root Distribution of Barley.

In-Sang Jo\*, Lee-Yul Kim\*, Dae-Ung Choi\*\*, Jeong-Nam Im\* and Ki-Tae Um\*

### Summary

This study was designed to find out the effects of soil physical properties on root development of barley. Barley fields were selected in consideration of drainage class and texture. Soil hardness were measured at the field. Soil bulk density, air ratio and root distribution were obtained from the core samples.

1. The amount of roots were increased and the root were distributed deeper layers with better drainage class and finer soil texture.
2. Soil hardness was related to soil bulk density, and the regression coefficient was increased with clay content (Clay ;  $r = 0.837^{**}$ , Clay loam ;  $r = 0.678^*$ , and Sandy loam ;  $r = 0.654^*$ ).
3. There was a highly negative correlation ( $r = -0.846^{**}$ ) between bulk density of subsoils and amount of roots and the root developments were markedly reduced in soil bulk density of  $1.4g/cm^3$ .
4. Bulk density of subsoils was decreased with worse soil drainage and finer texture. Especially, in case of clayey soil at imperfectly or moderately drained soils, the air phase was less than 20% and the barley growth was worse.
5. Root development were related to hardness in surface, bulk density and ok phase in 10-30cm layer, and air phase in 30-50cm layer.

### 緒 言

大麦의 뿌리 伸長에 影響을 미치는 土壤物理的 特性은 土性, 硬度, 土壤水分 및 通氣性 등을 들 수 있다.<sup>1, 2, 5)</sup> 大麦에 對한 適正 土壤水分 條件은 圃場 容水量的 60~70% 程度인 것으로 알려져 있고 土壤 孔隙率은 30~35% 以上 되어야 하며 土壤特性과 栽培條件에 따라 差異는 있으나 孔隙率이 30% 以下가 되면 收量이 減少되고 10% 以下가 되면 收量을 얻기 힘든 것으로 報告되고 있다.<sup>11)</sup>

大麦은 少麥보다 淺根性 作物이면서 耐濕性도 弱

하기 때문에<sup>11)</sup> 解凍後 生育再生期 土壤過濕 및 生育後期의 多雨에 依한 根部와 地上部와의 生理的 均衡이 破壞되어 濕害가 쉽게 일어난다. 排水不良地나 土壤過濕에 依한 土壤 孔隙率 減少는 酸化還元 電位(Eh)를 떨어뜨려<sup>4)</sup> 有害物質을 生成하므로써 뿌리의 呼吸作用을 阻害시켜 發根力 減退, 細根의 機能弱化, 뿌리의 淺根化를 惹起하여 結局 地上部の 伸長停止 및 萎凋 또는 枯死現象을 일으킨다.<sup>5, 12)</sup>

本 試驗에서는 土壤의 假比重, 硬度, 孔隙率 및 土性과 排水條件 差異가 大麦의 뿌리량 및 分布에 미치는 影響을 究明코자 現地 圃場에서 實施되었다.

\* 農業技術研究所(Institute of Agricultural Sciences, Suweon, Korea)

\*\* 慶北農村振興院(Kyungbuk Provincial O. R. D)

材料 및 方法

全北 全州市 및 益山郡 一帶에 分布된 大麥 圃場을 對象으로 成熟期에 現地土壤調査와 調査時 採取된 試料를 分析하였다.

現地土壤調査는 農業技術研究所 土壤調査 方法에 따라 排水等級, 土性 및 土壤統을 分類하였고<sup>7)</sup> 土壤試料는 形態別 断面을 考慮하지 않고 表土로부터 깊이 0~10, 10~20, 20~30, 30~50, 50~80cm等 5層位를 3" core로 各各 5反覆씩 採取하였다. core는 實驗室에서 뿌리를 골라내고 水分含量, 假比重, 三相分布를 測定하였으며 뿌리는 洗滌하여 105~110℃에서 18時間 乾燥시켜 0.1mg 單位까지 秤量하였다. 뿌리 分布比率는 全体 5層位의 뿌리總量에 對한 層位別 뿌리 比率로 計算하였다.

結果 및 考察

1. 土壤物理性과 뿌리 分布

土性 및 排水等級에 따른 大麥의 뿌리 總重量과 層位別 分布比率를 그림 1에 表示하였다. 作物의 收量을 높이기 위해서는 充分量의 水分과 養分을 吸收하여야 하며 이를 위해서는 뿌리가 많고 깊고 넓게 分布해야 越冬期 耐寒性이나 特殊成分 吸收에 有利하다.<sup>9,10)</sup> 뿌리 總量을 볼때 排水가 良好한 土壤에서는 埴土>埴壤土>砂壤土의 順으로 埴土가 20% 程度 많았다. 排水가 若干 良好한 土壤에서는 埴壤土>砂壤土>埴土의 順으로 埴壤土가 砂壤土보다 56% 程度 많았으며 排水가 若干 不良한 土壤은 土性別로 비슷한 水準이었다. 供試土壤中 排水가 若干 良

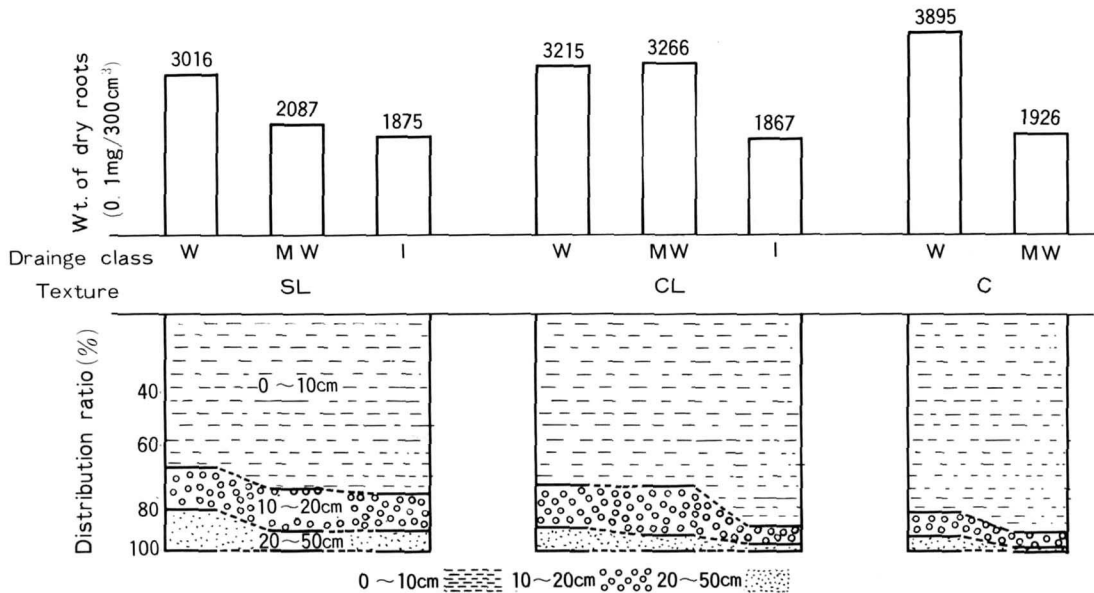


Fig. 1. Root amounts and its distribution at the different texture and drainage class.

- W; Well drained
- M. W; Moderately well drained
- I; Imperfectly drained

好 또는 若干 不良한 土壤은 畝裏作 栽培地인 논土壤이고 排水가 良好한 土壤은 田作地帶로서 埴壤土의 境遇를 除外하고는 田作地는 土壤이 微細할수록 많고 畝裏作 地帶는 適正 土性인 埴壤土에서 많았던 것으로 보인다. 畝裏作 栽培는 논土壤의 肥沃度가 밭土壤보다 높음에도 不拘하고<sup>8)</sup> 大麥은 耐濕性이 弱한 作物이어서 越冬期間中 논土壤의 水分過多

에 依한 凍結로 뿌리의 伸長 내지 維持가 機械的 損傷을 입게 되어 越冬後 生育再生期에 밭土壤보다 不利한 條件이 되며 老化도 빨리오기 때문에 뿌리량에 差異가 있는 것으로 보인다.

層位別 뿌리 分布를 보면 排水가 良好 할수록 깊게 分布되고 같은 排水條件에서는 砂質系 土壤일수록 深土에서 뿌리의 分布比率이 많은 傾向이었다.

同一한 土壤條件에서 排水良好한 土壤과 不良한 土壤의 뿌리 分布 差異가 植質系 土壤이 많고 砂質系 土壤이 적었는데 植質系 土壤에서는 排水條件이 改善되면 뿌리의 量과 分布의 差異가 크다는 事實을 認定할 수 있었다. 20cm 以上 深土의 뿌리 分布比率을 볼때 砂壤土> 埴壤土> 埴土의 順으로 土性別 差異가 顯著한데 이는 土壤의 粘土含量이 增加됨에 따라 土壤硬度가 단단하게 되므로<sup>17,18)</sup> 뿌리의 伸長이 阻害되기 때문이라고 생각한다.<sup>91)</sup> 土壤中 層位別

뿌리 分布比率이 많고 均一하게 分布된 土壤은 排水良好한 砂壤土이었고 가장 적은 土壤은 排水가 若干 良好한 埴土인 것으로 나타났다.

2. 假比重과 뿌리 分布

假比重에 따른 土壤硬度는 그림 2 에서와 같이 土性에 따라 埴土> 埴壤土> 砂壤土의 順으로 높아져 假比重에 依한 土壤硬度의 變化는 粘土含量이 높은 土壤일수록 有意性이 컸다.

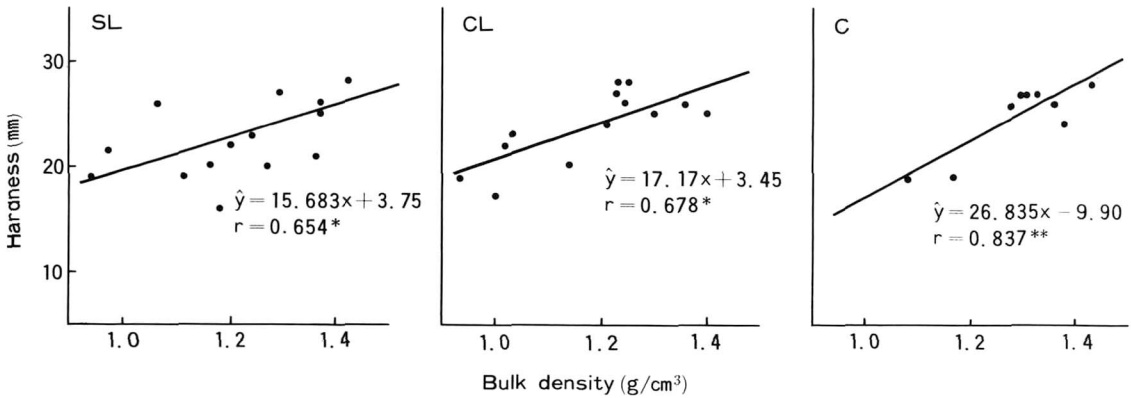


Fig. 2. Relationship between bulk density and hardness(yamanaka) at different soil texture groups.

그림 3 에서 10~20cm 깊이 深土의 假比重과 뿌리 分布와의 關係를 보면 假比重이 增加될수록 뿌리의 含量은 有意性 있게 減少되었는데 直線의 減少(r = -0.788\*) 보다 2次曲線의(r = 0.846\*\*)으로 減少되는 傾向이었다. 深層으로 뿌리 分布를 넓히는 것은 假比重을 減少시키는 物理性 改善의 必要性이 있는 것으로 특히 越冬後 大麦 生育再生期の 2毛作 地帶 大部分이 解凍에 따라 地表가 過濕狀態로 되므로 이들 土壤에 對해 地下水位를 낮추고 氣相을 增加시켜 준다면 取量은 相當히 增加될 것으로 期待된다. 또한 深土에서 假比重이 1.4g/cm³ 以上될 境遇에는 深土의 뿌리 發達이 매우 어려운 것으로 判斷되었다.

3. 氣相과 뿌리 分布

土壤排水 條件과 土性에 따른 層位別 氣相을 그림 4 에서 보면 排水가 不良하고 土壤이 微細하며 土深이 깊을수록 氣相이 急激히 減少하는 것으로 나타났다. 土性別 氣相은 排水에 關係없이 砂壤土

가 가장 많았으며 埴壤土, 埴土의 順이었고 層位別로는 表土가 深土보다 많았다. 여기에서 土壤中 氣相은 固相 및 液相의 含量에 따라 可變的 差異가 나타나게 되는데, 砂壤土에서 排水가 若干 良好한 土壤이 良好한 土壤보다 氣相이 높았던 것은 假

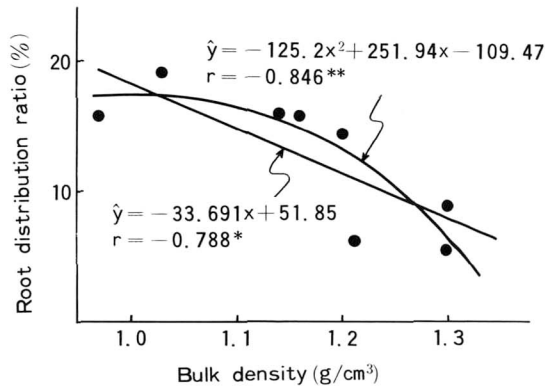


Fig. 3. Relationship between soil bulk density and root distribution ratio at 10~20cm soil layer.

比重 및 固相이 相對的으로 낮아졌기 때문이며 排水가 良好한 土壤中 植壤土와 植土 試料採取 當時의 土壤成分이 많아 相對的으로 氣相이 減少된 것으로 생각된다.<sup>16,18)</sup> 그러나 全體的으로 볼 때 粘土 含量이 많아질수록 土壤의 氣相은 줄어드는 傾向이었고 그 程度에 있어서 排水가 不良한 土壤일수록 水分 分布가 많아졌기 때문에 氣相이 減少되었던 것으로 생각된다.<sup>21)</sup>

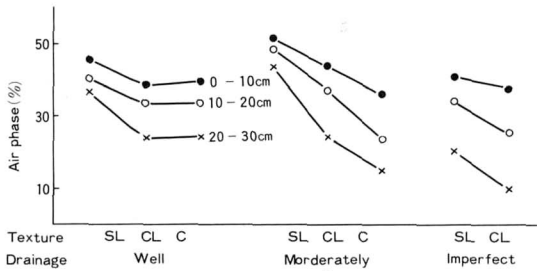


Fig. 4. Air phase distribution at different soil texture and drainage classes.

그림 5의 結果는 深土의 氣相과 0~10cm에서 的 뿌리 分布比率을 比較한 것으로서 深土의 氣相이 增加되면 表土의 뿌리 分布比率의 減少 傾向이 顯著하게 줄어드는 것을 알 수 있었다. 即 表土의 氣相이 35% 程度로 낮으면 뿌리 總重量의 約 90% 以上이 表土에만 存在하며 50%이면 60%程度가 表土에 存在하고 40%는 深土까지 뿌리 分布가 擴散된다는 것을 意味한다. 다시 말해서 深土까지 뿌리 分布를 擴大하기 위해서는 深土의 氣相이 많아야 하고 이에 따라 水分含量 및 假比重을 낮추는 土壤改良이 要求된다고 볼 수 있다.<sup>18)</sup>

4. 土壤物理性和 뿌리 分布와의 關係

土壤의 物理性和 뿌리 分布比率과의 關係를 表 1

Table 1. Regression coefficients between soil physical properties and root distribution ratio at different soil depth.

Depth (cm)	Hardness (mm)	Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	Air phase (%)
0-10	0.75*	-0.09	-0.68
10-20	-0.66	-0.88**	0.76*
20-30	-0.66	-0.88**	0.68
30-50	-0.20	-0.26	0.76*

에서 보면 表土에서는 뿌리 分布比率이 土壤 硬度에 가장 敏感한 것으로 나타나 表土의 硬度가 높으면 뿌리가 깊이 들어가지 못하고 大部分 表層土 5cm 以內에 分布하고 있는 것으로 判斷된다. 假比重이 뿌리 分布에 影響을 가장 크게 미치는 範圍는 10~30cm 깊이의 深土이며 20cm 以下에서는 氣相과도 關係가 깊은 것으로 나타났다. 氣相은 全層을 通하여 뿌리 分布比率과 密接한 關係를 갖고 있으며 특히 土深이 깊을수록 뿌리는 呼吸에 充分한 空氣를 必要로 하는 것으로 보인다.<sup>3)</sup> 勿論 氣相도 假比重의 影響을 받으므로 土性, 硬度, 水分含量, 氣相等 土壤物理性은 어느 하나만을 獨立시켜 생각하거나 改良할 수 없이 相互作用하는 緊密한 關係에 있으므로<sup>2,6)</sup> 根本的인 物理性 改善을 하거나 栽培의 側面에서 深耕, 多肥, 客土 및 排水路設置 등의 対策이 要求된다 하겠다.<sup>12,15)</sup> 結果的으로 表土는 硬度, 10~30cm는 假比重과 空氣率, 30~50cm 깊이는 氣相의 多少에 依하여 大麥의 뿌리 發達 分布가 달라짐을 알 수 있었다.

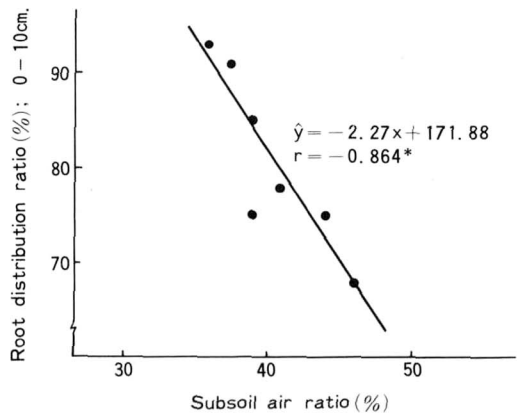


Fig. 5. The changes of root distribution ratios at 0-10cm soil layer by subsoil air phase

## 摘 要

土壤의 物理的 特性이 作物의 뿌리 發達에 미치는 影響을 究明하기 위하여 排水等級, 土性條件이 相異한 大麥圃場에서 土壤物理性과 層位別 뿌리 分布를 調査한 結果는 다음과 같다.

1. 排水가 良好할수록 총 뿌리량은 增加되고 깊게 分布하였으며 同一한 排水等級에서는 土壤이 細粒質일수록 총뿌리량이 많은 傾向이었다.

2. 土壤의 硬度는 假比重과 密接한 關係가 있으며 土性이 細粒質일수록 有意性이 높았다. (埴土 ( $r=0.837^{**}$ ), 壇壤土 ( $r=0.678^*$ ), 砂壤土 ( $r=0.654^*$ ))

3. 深土의 假比重과 뿌리량과는 高度의 有意性 있는 負의 相関( $r=-0.846^{**}$ )이 있었으며 假比重이  $1.4g/cm^3$ 以上 되면 大麥 뿌리 發達は 顯著히 떨어져졌다.

4. 深土의 假比重은 排水가 不良하고 土性이 粗粒質 일수록 減少되었으며 特히 排水가 若干不良한 境遇와 若干 良好한 埴土에서는 氣相이 20% 未滿으로 作物 生育이 不良하였다.

5. 大麥의 뿌리 伸長에는 表土는 硬度, 土深 10~30cm는 假比重과 氣相, 30~50cm는 氣相의 影響이 컸다.

## 引用文獻

1. Barley, K.P., Farrell, D.A. and Greacen, E.L. 1965. The influence of soil strength on penetration of a loamy by a plant root. Australian, J. Soil Res. 3: 69-79.
2. Black, C.A. 1968. Soil-Plant relationships. N.Y. John Wiley & Sons. 153-197.
3. Carson, E.W. 1971. The plant root and its environment. 335-362.
4. Daniel Hillel. 1971. Optimizing the soil physical environment toward greater crop yields. Academic Press. 211-212.
5. Daniel Hillel. 1980. Fundamentals of soil physics. 265-280.
6. Domsch, C.A. 1962. Bodenatmung, sammelbericht uber methoden und ergebnisse. Zentralbe. Bakteriologie. Parasitenk. 116: 33-78.

7. 農業技術研究所. 1973. 土壤調査便覽 1
8. 農業技術研究所. 1978. 主要試驗研究 業績과 研究方向
9. Jackson, P.C., and K.T. Stief. 1965. Equilibrium and ion exchange characteristics of potassium and sodium accumulation by barley roots. J. Gen. Physiol. 48: 601-616.
10. Jacobson, L., and R. Overstreet. 1947. A study of the mechanism of ion absorption by plant roots using radioactive elements. Amer. J. Bot. 34: 415-420.
11. 池泳鱗. 1980. 新稿田作. 郷文社 70~80.
12. 趙成鎮, 朴天緒. 1983. 新稿土壤學. 郷文社.
13. Kar. S & Varade, S.B. 1972. Influence of mechanical impedance on rice seedling root growth. Agro. J. 64(1): 80-81.
14. Lutz, J.F. 1952. Soil physical conditions and plant growth. 43-71.
15. 吳才燮, 任正男. 1970. 果樹園 土壤의 物理性에 關한 研究 農試研報(植環) 71~76.
16. Rosenberg, N.J. 1964. Response of plants to the physical effects of soil compaction. Advances in Agro. 16: 181-196
17. Taylor, H.M., and E. Burnett. 1963. Some effects of compacted soil pans on plant growth in the Southern Great Plains. J. Soil Water Conserv. 18: 235-236.
18. Taylor, H.M., and L.F. Ratliff. 1969. Root growth pressures of cotton, peas, and peanuts. Agron. J. 61: 398-402.
19. Taylor, H.M., Roberson G.M., and Rarker J.J. 1966. Soil strength-root penetration relations for medium to coarse-textured soil material. Soil Sci. 102: 18-22.
20. Taylor, H.M., G.M. Roberson, and J.J. Parker. 1967. Cotton seedling taproot elongation as affected by soil strength changes induced by slurring and water extraction. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 31: 700-703.
21. Wiersma, D. 1959. The soil environment and root development. Advances in Agro. 11: 43-51.