

大麥의 環境差異에 따른 地上部와 地下部の 形質變化

崔甲洙* · 金基駿* · 河龍雄** · 金鳳九***

Variations of Root and Shoot Characteristics of Barley Cultivars in Different Environmental Condition

Gab Soo Choi,* Ki Joon Kim,* Yong Woong Ha** and Bong Ku Kim***

ABSTRACT

This experiment was carried out to study the root and the other major agronomic traits of barley cultivars at the greenhouse and natural conditions for the accelerating of breeding generation. The barley cultivars tested in this experiment were Kangbori, Olbori and Suwon 18. In early stages, total dry weight of barley was vigorously increased at the greenhouse condition, whereas it was less increased than that of natural condition after heading stages.

In dry root weight, it was decreased at natural condition rather than greenhouse condition. The appearance of harvest dry root weight was at four weeks after heading at natural condition and seven weeks after heading at greenhouse condition, respectively. It showed different tendency in T/R ratio, indicating the continuous increased at natural and greenhouse condition, even if there is more or less decrease until tillering stage at greenhouse condition.

緒 言

作物의 養分과 水分의 吸收 및 植物 自體의 地中 支持 等의 重要한 役割을 하는 根의 生理的 또는 形態的 機能에 關하여는 重要한 研究對象이지만 觀察이나 調査하기 어려워, 이들에 對한 研究은 地上部에 比하여 많지 않다.

Weaver 等^{16, 17)}에 依하면 地上部와 地下部の 生育은 密接한 關係가 있어서 地下部の 生育程度에 따라 地上部の 生育도 크게 달라진다고 하였다. 土壤 溫度條件과 地上部 生育에 關한 研究에서 Nelson¹⁰⁾은 地中の 溫度가 上昇하면 뿌리의 細胞 原形質의

粘度가 增加하여 水分의 吸收가 減退하고, 生育適溫 以上일 때는 窒素의 吸收가 阻害되어 炭素同化器管이 阻害를 받으며 이와는 反對로 低溫일 境遇에는 뿌리의 滲透壓이 低下되어 養分·水分의 吸收機能이 弱화되므로 葉이 老化하여 葉面積의 減少를 招來함과 同時에 純同化量과 炭水化物的 蓄積이 低下된다고 報告하였다. 또한 地下部の 溫度가 生育適溫보다 높거나 낮을 境遇에는 同化產物을 蓄積할 수 있는 同化器管의 比率이 減少되어 植物自體의 生育量이 적어 진다고 하였다.¹⁾ 光의 強度 및 土壤中的 酸素供給量에 關한 研究中에서 Luxmore 等⁷⁾의 報告에 依하면 植物體에 光度를 높이면 植物體는 地下部に 同化物質을 供給하고 呼吸量을 增加시켜서 뿌리의 壞

* 建國大學校 農學科(College of Agri, Kon Kuk Univ., Seoul 133, Korea)

** 麥類研究所(Wheat & Barley Research Institute, Suwon 170, Korea)

*** 檀國大學校 農學科(College of Agri, Dan Kuk Univ., Cheon Ahn 330, Korea) <1985. 8. 2 接受>

沮에 의한 酸素不足을 招來한다고 한다. Brouwer²⁾는 牧草와 禾本科 植物을 가지고 環境條件의 變化에 따른 地下部의 生育에 關한 研究에서 T/R ratio의 概念, 即 地下部를 包含한 植物全體에서 根의 役割을 指摘하여 地下部에 對한 栽培學의 側面에서의 重要性을 強調하였으며 河⁴⁾는 地上部와 地下部의 溫度差異에 따른 麥類의 T/R率의 變化를 報告하였고, Weaver 等¹⁷⁾, Rovert 等¹³⁾, Sumner 等¹⁴⁾은 各各 다른 生育 環境條件에서 麥類의 地上部에 對한 地下部의 生育相을 報告하였다.

以上の 研究結果로 보아서 地上部와 地下部의 形質間에는 相互 密接한 關係가 있음을 알 수 있다. 그러나, 品種育成을 爲한 世代短縮栽培를 할 境遇, 環境條件의 差異에 따른 地上部와 地下部의 諸形質에 미치는 影響을 追跡한 研究은 아직 이루어진 바 없다. 이러한 觀點에서 筆者는 溫室條件과 自然圃場條件 하에서 地上部 및 地下部의 各種形質 變化를 比較, 檢討함으로써 麥類 世代短縮 栽培에 必要한 基礎資料를 얻기 爲하여 實驗을 遂行한 바 그 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

本 實驗은 1984年 麥類研究所 溫冷調節溫室에서 遂行하였다. 供試品種은 강보리·올보리 및 水原 18號를 使用하였고 1月 11日에 種子를 催芽시켜 1/5000a 와그너 pot에 5粒씩 播種한 後 4±2℃에서 綠體 春化處理를 하였다. 溫室의 溫度는 晝夜 15℃로 維持하였고, 日長은 24時間 連續照明處理하였으며, 對照區로서는 同一한 pot에 同一한 方法으로 播種하여 自然狀態下에서 生育시켰다.

施肥量은 窒素·磷酸·加里를 成分量으로 12-9-7 kg/10a를 施用하였다.

乾物重은 調査植物體를 地上部와 地下部로 分離하

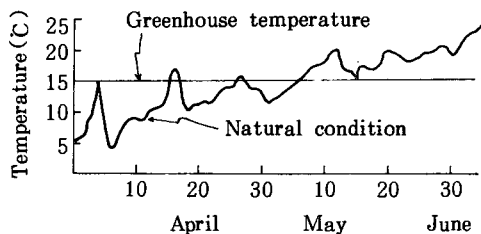


Fig. 1. Changes of mean temperature during the experimental period.

Table 1. Chemical analysis of experimental soil used.

pH	OM (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	Extractable cation (me/100g)			
				K	mg	Na	Ca
6.0	2.1	0.15	270	0.41	0.32	0.38	3.26

여 80℃에서 42時間 乾燥시킨 後 秤量하였고 葉綠素含量은 4月 18日~6月 5日까지 7회에 걸쳐 spectrophotometer를 利用하여 測定하였으며 葉面積은 自動葉面積測定器(AAM-7)를 使用하였고 根의 生理의 活力은 山田 等¹⁸⁾의 α-Naphthylamine 法을 利用하여 時間當·根 生體 2g當 μg(r)로 表示하였다.

試驗期間中의 溫度의 變化推移 및 使用된 土壤의 特性은 各各 그림 1 및 표 1과 같다.

結果 및 考察

1. 地上部 生育

1) 乾物重의 經時的 變化

生育時期別로 地上部 乾物重의 變化를 보면 表 2에서와 같이 自然條件이든 溫室條件이든 모두 5月 末頃에 이르러 乾物重의 增加는 頂點에 이르렀으며, 生育初期에는 溫室條件에서의 乾物重이 自然條件에서 자란 麥體에 비해 많았으며, 生育後期에 이르러서는 自然條件에서 자란 麥體가 오히려 乾物重이 높았는데, 이는 그림 1에서 볼 수 있는 바와 같이 생

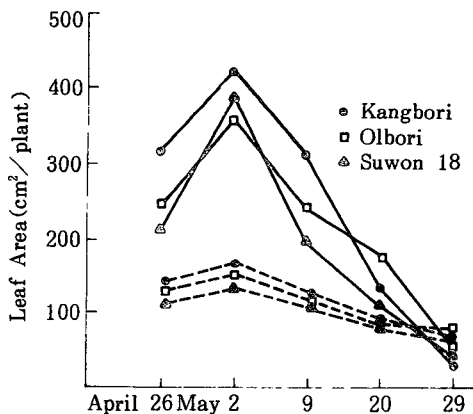


Fig. 2. Chronic change of leaf area of barley cultivars under greenhouse and natural conditions.
 --- : Natural conditions.
 : Greenhouse.

Table 2. Changes of top dry weight during the cultivation period under greenhouse and natural conditions.

Cultivars	Treat.	(gram/plant)									
		March 28	April (4, 11, 18, 26)				May (2, 9, 20, 29)				June 5
Kangbori	N	0.71	1.22	1.41	1.52	1.61	3.24	4.30	6.04	8.53	6.18
	G	0.20	0.24	1.91	2.19	2.41	4.79	5.72	6.50	7.34	3.28
Olbori	N	1.81	1.20	1.24	1.40	1.63	4.14	4.73	5.20	7.56	4.29
	G	0.18	0.24	1.96	2.08	2.37	4.58	4.96	5.46	6.03	4.30
Suwon	N	1.44	1.50	1.53	1.64	1.80	4.32	5.35	6.52	8.57	5.56
	G	0.17	0.27	1.97	2.39	2.95	5.77	6.73	5.89	5.33	2.80

* N : Natural conditons

G : Greenhouse

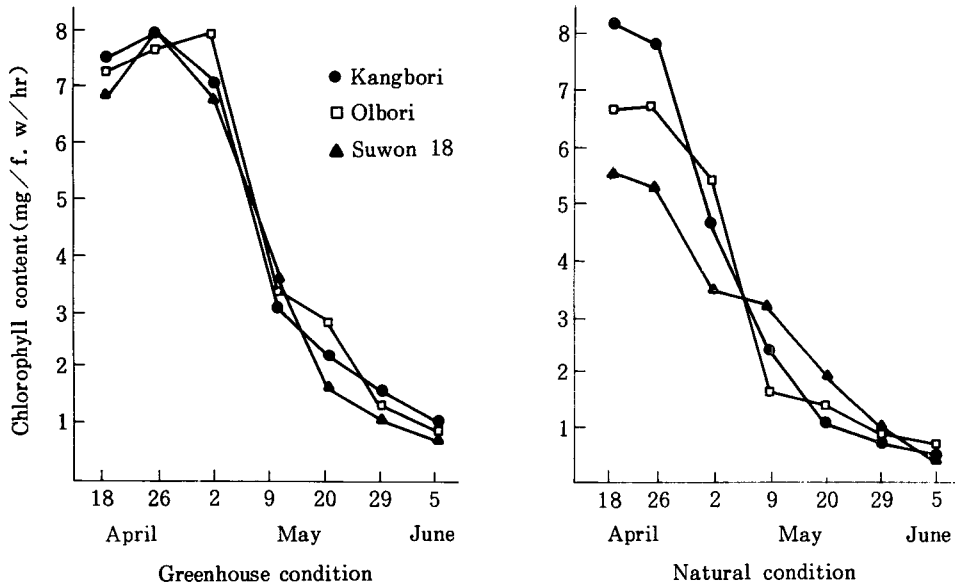


Fig. 3. Variations of chlorophyll contents according to the different growth conditions.

育時期에 따른 溫度變化 때문인 것으로 생각된다.

2) 葉面積의 經時的 變化

自然條件과 溫室條件에서 生育한 3品種에 對한 葉面積의 經時的 變化를 보면 그림 2와 같다.

株當 葉面積은 대부분의 生育期間 동안 溫室狀態보다는 自然狀態에서 生育된 麥體에서 컸으며, 一定時間동안 葉面積의 增加 혹은 減少되는 경향 역시 自然狀態에서 컸다. 溫室條件에서는 全般的으로 自然狀態에 비해 적은 葉面積을 보인 반면, 葉의 生存期間이 相對的으로 自然狀態에서의 葉 生存期間보다 길어 全體的으로 葉面積 減少의 幅이 自然狀態에서의 麥體보다 적었으며, 5月 29日에 이르러서는 오히려 溫室條件에서의 葉面積이 自然條件의 그것보다

上廻하는 傾向을 보여 주었다.

葉面積이 출수기 이후에 점차 減少되는 것은 地上部 乾物重이 出穗以後에도 繼續 增加하는 것과는 相異한 結果로서 Watson¹⁵⁾ 및 Potter 等¹²⁾이 最高分蘗期 以後의 地上部 乾物重과 葉面積 間에는 相互關聯性이 적다는 報告와 一致하였다. 品種間에는 강보리가 다른 두 品種에 比하여 葉面積이 많았다.

3) 葉綠素 含量의 經時的 變化

葉綠素 含量은 그림 3에서 보는 바와 같이 自然條件에서의 止葉展開期頃인 4月 26日 以後부터는 급격히 減少하였는데 廷¹⁹⁾·朴¹¹⁾·Murata와 Iyama 等⁹⁾의 報告에 依하면 葉綠素 含量은 葉의 老化와 密接한 關係가 있다고 한 結果와 같은 傾向을 보였

다.

自然條件에서는 止葉展開期の 葉綠素 含量이 品種間에 差異를 보여 강보리가 가장 많은 傾向이나 生育後期로 갈수록 品種間 差異가 없어졌다.

2. 地下部 生育

1) 乾物重의 經時的 變化

地下部 乾物重 變化의 經時的 變化는 그림 4와 같다.

自然條件下에서는 止葉展開期인 4月 26日頃부터 急激히 增加하여 成熟期인 5月 20日에 3品種 모두 乾物重이 最大에 이르렀다. 溫室條件에서는 出穗(3月 28日)부터 生育時期的 進展에 따라 乾物重이 계속 增加하여 成熟期인 5月 20日頃에 最大에 이르렀다. 桐山 等⁵⁾은 小麥의 根重은 出穗期부터 成熟期까지 急激히 增加한다고 하여 本實驗의 結果와 유사한 報告를 하였으나 Moshe⁶⁾에 依하면 春播밀에서 地下部의 伸長은 幼穗分化期부터 出穗期까지 增加하여 이 시기에 乾物重은 最大로 된다고 하였으며, 晚生種은 이 時期에 全體乾物重의 約 90%가 形成된다고 하여 本實驗과는 相異한 結果를 報告하였다.

溫室條件에서의 乾物重의 增加는 自然條件에 비해

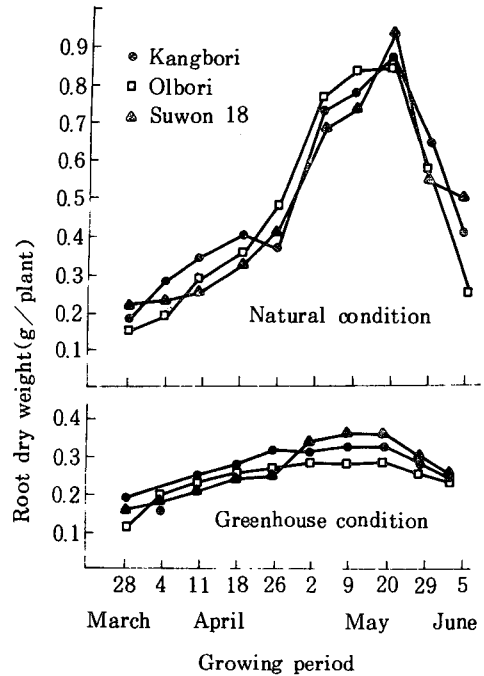


Fig. 4. Variation of root dry weights of barley cultivars according to the growing periods in greenhouse and natural conditions.

Table 3. Variations of the root activity grown at the greenhouse and natural conditions.

Cultivar	Treat	($\mu\text{g}/\text{f.w}/\text{hr.}$)						
		April		May				June
		18	26	2	9	20	29	5
Kangbori	N	117.0	140.0	110.5	79.8	77.1	40.2	22.0
	G	252.0	347.5	548.0	244.3	147.0	110.0	71.5
Olbori	N	95.0	125.0	92.3	72.3	53.9	35.9	19.0
	G	253.0	320.5	457.8	200.5	107.8	71.3	56.5
Suwon 18	N	88.0	110.0	125.3	92.8	61.8	38.3	16.8
	G	225.1	249.5	461.8	211.5	143.0	110.5	62.5

N : Natural condition

G : Greenhouse condition

그 幅이 緩慢하였으며 成熟期에 이르러서는 自然條件이 溫室條件에 비해 약 3倍 정도 乾物重이 많았다.

2) 根 活力의 經時的 變化 및 根 活力과 葉綠素 含量과의 關係

根 活力의 指標로 삼은 α -Naphthylamine에 依한 根의 酸化力을 生育時期別로 보면 표 3과 같다. 3品種 모두 自然條件에 비해 溫室條件에서 根의 酸化力이 높았으며, 溫室條件에서는 出穗後 40日까지 活力이 增加하였고 自然條件은 出穗直前に 가장 높

은 根 活力을 나타내었으며 그 이후로는 漸次로 減少하는 傾向이었다.

한편, 葉綠素 含量과 根의 活力과의 關係를 보면 그림 5에서와 같이 溫室條件($r = 0.836^{**}$)· 自然條件($r = 0.715^{**}$)이 높은 正의 相關關係를 보였다. 李⁶⁾· 延¹⁰⁾· 朴¹¹⁾도 根의 生理的 活力과 葉綠素 含量과는 密接한 關係가 있다고 하여 本實驗結果와 유사한 報告를 하였다.

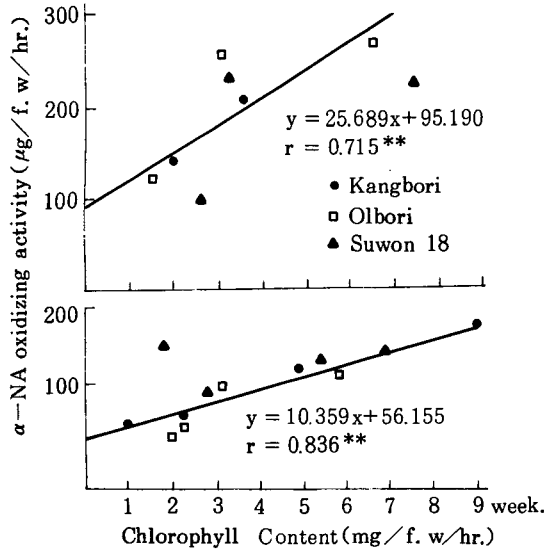


Fig. 5. Correlation coefficient and regression equation between α -NA oxidizing activity of roots and chlorophyll contents from 2 weeks before heading to maturing date under greenhouse and natural conditions.

Upper : Natural condition
Lower : Greenhouse conditions

Table 4. Changes in the dry weight of barley cultivars grown at the greenhouse and natural conditions.

Date	Treat	Kangbori		Olbori		Suwon 18	
		TDW*	RDW**	TDW	RDW	TDW	RDW
March 28	Natural	0.71	0.14	1.18	0.15	1.44	0.21
	Greenhouse	0.20	0.18	0.18	0.11	0.17	0.16
April 4	Natural	1.22	0.20	1.20	0.18	1.50	0.21
	Greenhouse	0.24	0.16	0.24	0.18	0.27	0.18
April 11	Natural	1.41	0.29	1.24	0.27	1.53	0.25
	Greenhouse	1.91	0.25	1.96	0.25	1.97	0.22
April 18	Natural	1.52	0.41	1.40	0.34	1.64	0.37
	Greenhouse	2.19	0.28	2.08	0.25	2.39	0.24
April 26	Natural	1.61	0.35	1.63	0.41	1.80	0.47
	Greenhouse	2.41	0.32	2.37	0.26	2.95	0.25
May 2	Natural	3.24	0.73	4.14	0.78	4.32	0.96
	Greenhouse	4.79	0.32	4.58	0.28	5.77	0.34
May 9	Natural	4.30	0.76	4.73	0.83	5.35	0.71
	Greenhouse	5.72	0.33	4.96	0.28	6.73	0.34
May 20	Natural	6.04	0.89	5.20	0.84	6.52	0.95
	Greenhouse	6.50	0.33	5.46	0.28	5.89	0.34
May 29	Natural	8.53	0.64	7.56	0.54	8.57	0.54
	Greenhouse	7.34	0.28	6.03	0.26	5.33	0.27
June 5	Natural	6.18	0.39	4.29	0.32	5.56	0.48
	Greenhouse	3.28	0.24	4.39	0.23	2.80	0.25

* TDW -- Top dry weight.

** RDW -- Root dry weight.

3. 地上部와 地下部와의 乾物重 比較

地上部와 地下部の 乾物重을 時期別로 比較하면 表 4 와 같다. 이것을 地下部에 對한 地上部の 生長, 即 T/R 率로 나타내면 그림 6, 7 과 같다. 自然條件下에서의 T/R 率의 變化를 살펴보면, 강보리의 경우 止葉展開期까지는 5.1에서 3.7로 減少하다가 出穂後에는 15.0까지 繼續 增加하였고 溫室條件에서는 1.1에서 7.7까지 增加하다가 5月 2日에는 14.9로 增加하였고, 生育이 進展됨에 따라 地下部の 發達에 比하여 地上部の 乾物生産이 많아지는 傾向을 보여 주었다.

河⁴⁾에 依하면 T/R 率은 氣溫 30℃·地溫 20~25℃에서 가장 높다고 하는데 本 實驗에서 成熟期の T/R 率은 自然條件에 比하여 溫室條件에서 높게 나타났다.

地上部 乾物重과 地下部 乾物重 間에는 自然條件에서 0.540*, 溫室條件에서 0.861**의 높은 相關을 보여 Weaver^{16, 17)}의 報告와 一致하였다.

4. 收量 및 收量構成要素

自然 및 溫室條件에서의 收量 및 收量構成要素는

Table 5. Yield and yield components under greenhouse and natural conditions.

Variety s		Yield/plant (g)	No. spikes/plant	No. grains/spike	1,000 grain weight (g)
Kangbori	N*	4.2	4.5	32.8	24.4
	G**	2.5	6.4	16.6	29.6
Olbori	N	3.8	4.9	24.2	35.6
	G	3.0	5.6	18.1	29.9
Suwon 18	N	3.9	5.1	32.0	29.8
	G	2.4	5.3	26.5	30.0

N* : Natural condition
G** : Greenhouse condition

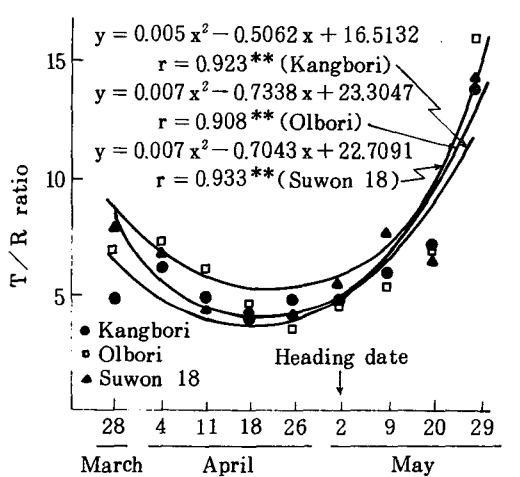


Fig. 6. Regression equation and curve linear correlation coefficients between T/R ratio and growing periods in natural condition.

표 5에서 보는바와 같다.

株當收量은 3品種 모두 溫室條件에 比하여 自然條件에서 높았고 穗當粒數도 같은 傾向을 보였으며 강보리에서 가장 많았다. 株當穗數·千粒重은 自然條件에 比하여 溫室條件에서 높았으나 收量이 적은 것은 自然條件에 比하여 穗當粒數가 적었기 때문이다. 이는 曹等³⁾의 報告와 一致하였다.

摘 要

本實驗은 강보리·올보리·水原 18號 3個 品種을 供試하여 24時間 長日의 溫室條件과 自然條件에서 地上部와 地下部の 形態變化를 比較·調査함으로써 麥類 育種에서의 世代短縮栽培에 活用할 수 있는 基礎資料를 얻기 위하여 實施하였으며 그 結果는 다음과 같다.

1. 生育初期의 地上部 乾物重은 自然條件에 比하

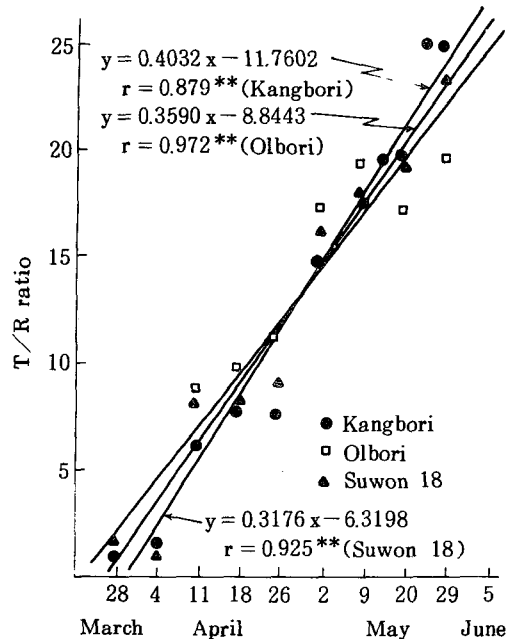


Fig. 7. Correlation coefficients and regression equations between the T/R ratio and growing periods in greenhouse.

여 溫室條件에서 急激히 增加하고, 出穗後에는 반대로 溫室條件에서 낮았다.

2. 株當 葉面積은 自然條件에서 컸고, 根의 酸化力은 溫室條件에서 높았다.

3. 地下部の 乾物重은 自然條件에 比하여 溫室條件에서 현저히 작았고 地下部 乾物重이 最大에 이르는 時期는 自然條件에서는 出穗 4週後, 溫室條件에서는 出穗 7週後였다.

4. 地下부에 對한 地上部の 比率(T/R ratio) 은 溫室條件에서는 生育이 進展됨에 따라 계속 增加하는 傾向이었고, 自然條件에서는 分蘗開始期 까지는 減少하다가 그 以後 成熟期 까지는 增加하는 傾向이었다.

引用文獻

1. Brouwer, R. 1963. Some physiological aspects of the influence of growth factors in the root medium on growth and dry matter production. *Jaarboek, Meded. Inst. Biol. Scheik, Wageningen.* 212 : 11-30.
2. _____, 1966. Root growth of grass and cereals. *The growth of cereals and grasses* (E. d). F. L. Milthorpe and T. P. Ivins, Butterworths, London. 153-166.
3. 曹章煥・安完植. 1967. 大麥의 物質生育에 關한 基礎的 研究. I. 一定한 溫度環境條件에서 生育한 大麥品種의 生育解析. *韓作誌* 21(1) : 65-70.
4. 河龍雄・尹儀炳. 1983. 地上部(氣溫)와 地下部(地溫)의 溫度差異가 麥類生育에 미치는 影響. *麥類研究所 報告* : 352-364.
5. 桐山毅・吉富研一・渡邊郁號・井手義人. 1953. 暖地に於ける麥類の根に關する研究. *九州農業試驗場彙報* 2(3) 別冊.
6. 李鍾燕・太田保夫. 1973. 水稻根의 形態および機能と 地上部 諸形質との關連について. Reprinted from the *Bulletin of the National Institute of Agriculture Science, Japan. Series D. No. 24.*
7. Luxmora, R. J., R. E. Sojka and L. H. Stolzy. 1972. Root prosoity and growth response of wheat to aeration and right intensity. *Soil Sci.* 113(5)354-357.
8. Moshe, J. Pinthus. 1969. Tillering and coronal root formation in some common and durum wheat varieties. *Crop. Sci.* 9 : 267-272.
9. Murata, Y. and J. Iyama. 1965. Studies on the photosynthesis of rice of plant. X. On the interrelations between photosynthetic activity of the leaf and physiological activity of the root. *Proc. Crop. Sci. Soc. Japan* 34 : 148-153.
10. Nelson, L. E. 1967. Effect of root temperature variation on growth and transpiration of cotton (*Gossypium birsutum* L.) seedlings. *Agron. J.* 59 : 391-341.
11. 朴來敬. 1975. 水稻根의 生理的 活力과 그 關連形質의 品種間 差와 育種上의 利用에 關한 研究. *韓作誌* 18 : 29-54.
12. Potter, J. R. and J. W. Jones. 1977. Leaf area partitioning as an important factor in growth. *Plant Physiol.* 59 : 10-14.
13. Roberts, R. H. and B. Bather Struckmeyer. 1946. The effect of top environment and flowering upon top-root ratios. *Plant physiol* 19 : 332-344.
14. Sumner, D. C., C. A. Reguse and K. L. Taggare. 1972. Effect of varying root/shoot temperature on early growth of subterranean clover. *Crop Sci.* 12 : 517-520.
15. Wastson, D. J. 1947. Comparative physiological studies on the growth of field crop. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties and between years. *Ann. Bot. N. S.* 11 : 41-76.
16. Weaver, J. E., Kramer, J. and Reed. M. 1929. Development of root and varieties and winter wheat under field environment. *Ecology* 5 : 26-50.
17. Weaver, J. E. and W. J. Himmel. 1929. Relation between the development of root system and shoot under long- and short day illumination. *Plant. Physiol.* 4 : 435-457.
18. 山田登・太田保夫・中村拓. 1961. α -ナフチルアミンによる水稻根의 活力診斷. *農及園.* 36 : 1938-1985.
19. 廷圭復. 1980. 水稻 및 小麥葉의 葉綠素含量과 根의 生理的 活力과 關連性에 關한 研究. *農試年報.* 22(作物). 1-44.