

小麥葉身の 氣孔運動과 氣孔의 環境變異

II. 窒素의 追肥가 小麥葉身の 氣孔開度에 미치는 影響

南潤一*·河龍雄**·金基駿**

Stomatal Movement and Related Environmental Factors to Stomate in the Wheat

II. Effect of Nitrogen Application on the Stomatal Aperture of Wheat

Nam, Y. I.*, Y. W. Ha* and K. J. Kim**

ABSTRACT

This experiment was carried out to investigate the stomatal aperture of wheat variety "Chokwang" grown in the two different nitrogen level. Stomatal aperture was measured at the maximal tillering, shooting, booting, flowering and grain filling stages. Stomatal aperture in leaf blades gradually increased in accordance with the successive leaf growth. The maximal opening of stomata was observed at flowering stage and around noon in a day, but stomata closed around six o'clock in the afternoon. Stomata opened wider in the high nitrogen application than in the low nitrogen and their effects were the highest at the booting and flowering stage. Diurnal course at stomatal aperture of upper leaves was wider than that of lower leaves regardless of growth stages. Positive correlation ($r=0.66^{**}$) appeared between nitrogen content in leaf blades and stomatal aperture. The leaves of low position and the developing leaves showed smaller stomatal aperture than the full expanded top leaves irrespective of leaf stages. Water content of leaf, root weight and root activity were increased by the nitrogen application and thus considered as factors increase the stomatal aperture.

緒 言

植物의 잎에서 氣孔의 開閉機作 또는 氣孔開閉와 環境條件과의 關係에 對해서는 많은 研究報告^{7,23)} 가 있으나 아직 開閉機作에 對한 定說은 없고 最近에는 生理的인 리듬, 内部의 CO₂ 濃度에 關連된 環流System이 水分이나 光, CO₂, Abscisic acid에 反應하여 K⁺ ion의 蓄積과 滲透壓의 上昇에 따라 氣孔의 開閉가 이루어지는 것으로 생각하고 있다.¹⁸⁾

葉身の 窒素含量과 光合成 速度와는 매우 密接한 相關이 있다는 것이 많은 研究者^{11,14,20)들에 依해 批}

혀졌으나 그 要因은 一般的으로 窒素含量이 높아짐에 따라 葉綠體에 있어서 炭酸固定反應系에 關與하는 酵素를 포함하는 原形質의 蛋白質 含有率 增加에 起因한다고 한다²¹⁾. 그러나 葉身に 窒素含量이 높아지면 光合成 組織의 生理的 活性物質 增加 뿐만 아니라 氣孔抵抗도 減少되어 氣孔開도가 增加^{8,17,19)} 된다고 하였다. 石原⁹⁾는 水稻葉身の 窒素濃度가 높아지면 氣孔開도가 增大되어 光合成 速度가 增加된다고 하였으며, Ryle¹⁷⁾는 옥수수, 목화, 강남콩 등에서 窒素成分이 不足한 경우는 炭水化物的 蓄積이 減少되었는데 그 原因은 葉肉低抗과 氣孔低抗이 增加되어 炭酸가스의 吸收가 減少되었기 때문이라고 하였

* 麥類研究所, ** 建國大學校 農科大學

*Wheat & Barly Research Institute, Suweon 170, Korea, **Coll. of Agri., Kon-Kuk univ. Seoul 133

다. 이와 같은 많은 研究結果로 미루어 볼 때 氣孔의 開閉作用은 體內外的으로 많은 環境要因에 依해 變動하나 窒素를 追肥함에 따라 小麥葉身の 氣孔開閉에 미치는 影響과 氣孔開閉에 關與하는 要因으로서 葉身の 含水量, 根量 및 根活力이 窒素 追肥와는 어떠한 關係가 있는가를 究明코져 調査 하였던바 그 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

本 試驗은 1981년부터 1982년의 麥作期間 동안에 水原 麥類研究所 人工降雨調節室에서 遂行하였다. 供

試品種으로는 小麥 早光을 使用하였으며 栽培法은 圃場에 播種하여 生育中인(主稈葉數 3~4枚) 小麥을 直徑 70 cm, 높이 65cm되는 大型 pot에 3月4日 18個 體씩 移植하여 栽培하였다. 施肥量은 10a當 基肥는 窒素 6 kg, 磷酸 9 kg, 加里 7 kg을 施用하였으며 追肥로 窒素 8~10kg/10a을 生育段階에 따라 5회에 걸쳐서 氣孔開도를 測定하기 約 2週日前에 施用하였는데 그 概要는 表 1 과 같다.

移植後 栽培管理는 麥類研究所의 標準栽培法에 準하였고 3反復으로 實施하였다. 測定은 表 1에 表示한 바와 같이 最高分蘗期, 節間伸長期, 穗孕期, 開花期, 登熟中期的 各 生育段階別로 窒素를 追肥한

Table 1. Treatment of experiment.

Growth stage	Maximum tillering	Shooting	Booting	Flowering	Filling
Amount of top-dressing nitrogen(kg/10a)	8	8	8	10	10
Date of top-dressed	March 29	April 8	April 21	May 4	May 13
Date of stomatal measurement	April 12	April 22	May 7	May 18	June 2

Basal dressing : N-P₂O₅-K₂O=6-9-7/10a

Table 2. Weather condition on the day of stomatal measurement.

Date	Solar radiation (Cal/cm ²)	Maximum temperature (°C)	Humidity (%)	Wind velocity (m/sec)
April 12 (Max. tillering)	476.6	15.8	52	0.6
April 22 (Shooting)	513.3	21.4	66	0.7
May 7 (Booting)	571.3	23.6	70	0.9
May 8 (Flowering)	460.5	24.2	79	0.4
June 2 (Filling)	351.4	19.2	77	0.8

後 肥效가 葉色에 나타나 窒素含量의 差異가 認定될 때 測定하였다. 氣孔開도測定에 使用된 材料는 各段階의 完全展開된 上位 4~5葉의 葉身を 測定 比較하였다. 氣孔開도는 Iso-butyl alcohol, Ethylen glycol 과 Xylene의 混合液을 使用하는 浸潤法^{6,15)}으로 測定하였다. 測定은 이들 混合液을 葉身に 바른 直後에 浸透有無에 따라 判定하였다. 小麥에서 이 方法을 使用할 때 測定材料의 葉位, 葉身部位 및 分蘗間에 氣孔開도의 差異가 認定되었기 때문에¹⁵⁾ 本 試驗에서는 主稈의 葉身に 對하여 葉位別로 葉身中央部의 表面을 測定 比較하였다. 1回 測定에는 5個 體의 材料를 使用하였다. 氣孔開도는 相對數值(試葉順位)로 表示하였는데 이는 數字가 클수록 開도가 크다는 것을 나타내는 것이다.

葉身の 窒素含量은 micro-kjeldahl法에 依해 定量하였으며 根의 活力은 α-Naphthylamine에 依한 根의 酸化力을 山田²²⁾의 方法으로 測定하였다.

참고로 氣孔開도 測定日의 氣象條件을 보면 表 2에 表示한 바와 같다.

結果 및 考察

1. 生育段階 및 葉位別 葉身の 窒素 含量 變化

氣孔開도 測定에 使用된 葉身の 窒素含量 變化를 보기 위하여 生育段階別로 追肥區와 無追肥區 葉身の 窒素含量을 調査한 結果는 表 3에서 보는 바와 같다. 最高分蘗期의 乾物重當 窒素含有率은 3% 以上이었으나 生育段階가 進展됨에 따라 減少하여 開花期頃

Table 3. Nitrogen content of leaf blades on the different leaf positions at different growth stage.

Treat Leaf position Stage	None top-dressing							Top-dressing of Nitrogen						
	flag	10th	9th	8th	7th	6th	5th	flag	10th	9th	8th	7th	6th	5th
Maximum tillering	-	-	-	-	3.22	3.13	2.98	-	-	-	-	3.38	3.27	3.21
Shooting	-	-	-	3.30	3.21	2.26	-	-	-	-	3.39	3.42	3.01	-
Booting	2.68	2.61	2.80	2.28	2.05	-	-	2.83	2.73	3.01	2.47	2.12	-	-
Flowering	2.31	2.11	2.06	1.88	-	-	-	2.92	2.70	2.71	2.05	-	-	-
Filling	1.74	1.71	1.59	-	-	-	-	2.25	1.82	1.73	-	-	-	-

에는 葉位에 따라 追肥區는 2.1~2.9%, 無追肥區는 1.9~2.3%이었다. 葉位別로는 穗孕期の 9 葉位를 除外하고는 各 生育段階 모두 上位葉으로 갈수록 窒素含量은 높아지는 傾向이었는데 이와 같은 傾向은 野田¹⁶⁾ 등의 報告와 一致하였다. 追肥區와 無追肥區의 葉身을 比較하여 보면 葉身の 窒素含量은 生育段階에 따라 相異하나 各 生育段階의 모든 葉位에서 追肥區가 無肥區에 比하여 높은 窒素含有率을 나타내었다.

2. 生育段階別 氣孔開度の 日中變化

氣孔開度の 日中變化가 生育段階別로는 어떠한 差異를 보여주는가를 알아보기 위하여 最高分蘗期부터 登熟中期까지 5 生育時期에 걸쳐 完全展開한 上位 4 葉을 測定 平均하여 본 結果 그림 1에서 보는 바와 같다. 1 日の 日射量이 450Cal/cm² 以上(6月 2

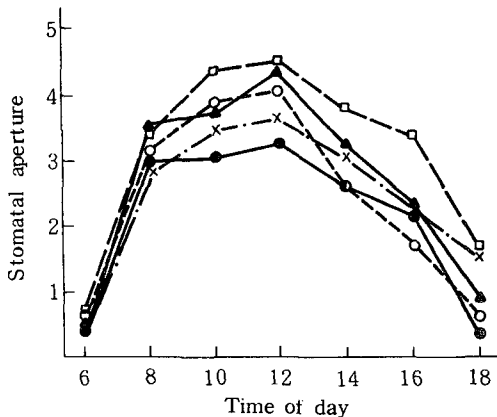


Fig. 1. Diurnal course of stomatal aperture of leaf blades at different growth stage of wheat.

●: Max. tillering ○: Shooting
▲: Booting □: Flowering
×: Filling stage

日例外)인 比較的 맑은날을 택하여 測定한 結果, 氣孔開度は 生育段階나 氣象條件과는 關係없이 새벽 해돋이가 始作되는 午前 6 時頃부터 開孔을 始作하여 時間의 經過와 함께 開度は 增大되어 12 時頃에는 1 日中 最大開度を 나타내었고 14 時頃부터는 조금씩 閉孔하여 日沒이 始作되는 18 時頃에는 상당히 閉孔하는 日中變化를 하였다. 그러나 閉孔되는 時刻은 生育段階에 따라 相異하여 日照時間이 길어짐에 따라 閉孔되는 時刻도 延長되었다. 이와 같은 結果는 李⁹⁾ 南¹⁵⁾ 等도 報告한바 있는데 李⁹⁾에 依하면 麥類에 있어서 氣孔의 低抗은 해돋이와 더불어 급격히 減少하여 閉孔이 일어나며 午前 10 時頃에는 氣孔低抗이 最小值에 이르고 午後 8 時에는 氣孔低抗이 40sec/cm² 以上으로 氣孔을 통한 蒸散이 중단되었다고 하였다. 한편 이들 氣孔開度の 日中變化를 生育段階別로 比較하여 보면 氣孔開度は 生育이 進展됨에 따라 增大하여 開花期頃에 最大值을 나타내었으며 그 以後는 葉의 老化和 더불어 減少하였다.

이와 같이 氣孔開도가 生育이 進展됨에 따라 增大하거나 老化에 依하여 減少하는 것은 氣象條件이나 葉身自體의 要因 뿐만 아니라 뿌리의 活力 또는 吸水能力과도 관련되어 있는 것으로 생각된다.

石原⁹⁾에 依하면 水稻와 같이 湛水狀態에서 生育하는 作物에서도 老化葉에서는 氣孔開도가 減少한다고 하였는데 이는 뿌리의 吸水能力이 關與할 것이라고 하였다.

窒素追肥區와 無追肥區에서의 氣孔開度の 日中變化를 生育段階別로 比較하여 보면 그림 2에서 보는 바와 같다. 氣孔開度は 어느 段階에서나 해돋이부터 開孔을 始作하여 12 時頃에 最大의 開度を 보였으며 그 以後는 서서히 閉孔하는 日中變化를 하였는데 窒素 追肥區는 無追肥區에 比하여 모든 生育段階에서 氣孔開도가 큰 日中變化를 나타내었다. 그런데 이들 間의 差는 生育段階가 進展됨에 따라 더욱 뚜렷하게

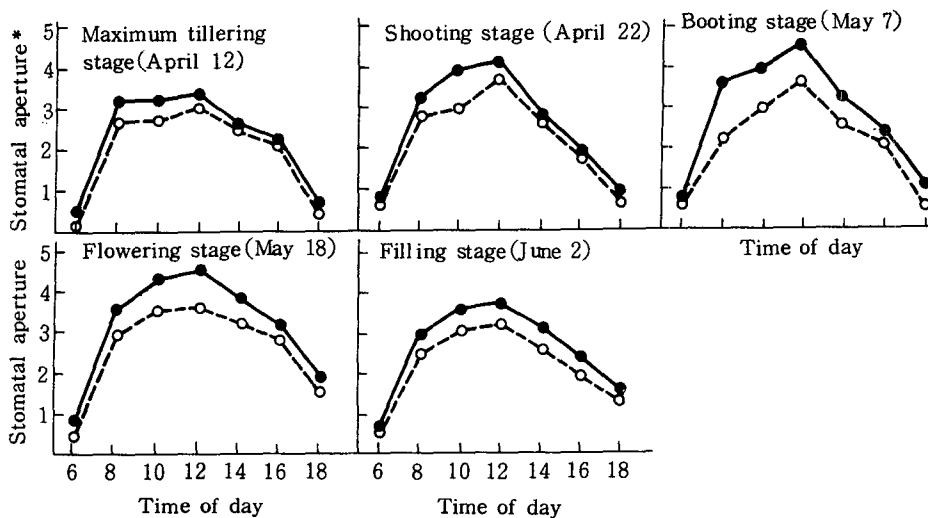


Fig. 2. Diurnal course of stomatal aperture of leaf blades at different growth stage of wheat.
 ●: Top-dressing of nitrogen ○: None-top-dressing *Mean score of four leaves

나타나 生育이 왕성한 穗孕期와 開花期에 가장 顯著하였다. 한편 窒素 追肥區와 無追肥區에 氣孔開度の 差異를 1日 中에서 比較하여 보면 出穗前인 最高分蘗期, 節間伸長期, 穗孕期에는 午前中에 氣孔開度の 差가 크게 나타나는 傾向을 보였는데 이와 같은 結果는 水稻 葉身에 있어서 窒素의 含量差에 依한 氣孔開度の 變化가 體內의 水分均衡이 유지된 午前中에 주로 認定되고 水分 Stress가 생기면 그차는 작아진다고 報告¹⁾한 것과 類似한 結果라고 생각되어진다. 그러나 出穗後인 開花期와 登熟期에는 出穗前과는 樣

狀이 多少 달라 午前中보다는 正午頃부터 午後에 氣孔開度の 差異가 크게 나타나는 傾向이었다.

3. 葉位別 氣孔開度の 日中變化

窒素의 追肥, 無追肥에 따른 氣孔開度の 日中變化를 上位葉과 下位葉으로 나누어 比較하여 보면 그림 3에서 보는 바와 같다. 上位 2葉의 氣孔開度は 下位 2葉에 比하여 어느 生育時期에서나 큰 日中變化를 하였다. 節間伸長期(4月 22日)의 例를 보면 追肥區의 경우 上位 2葉의 氣孔開度の 平均最大値는 5程

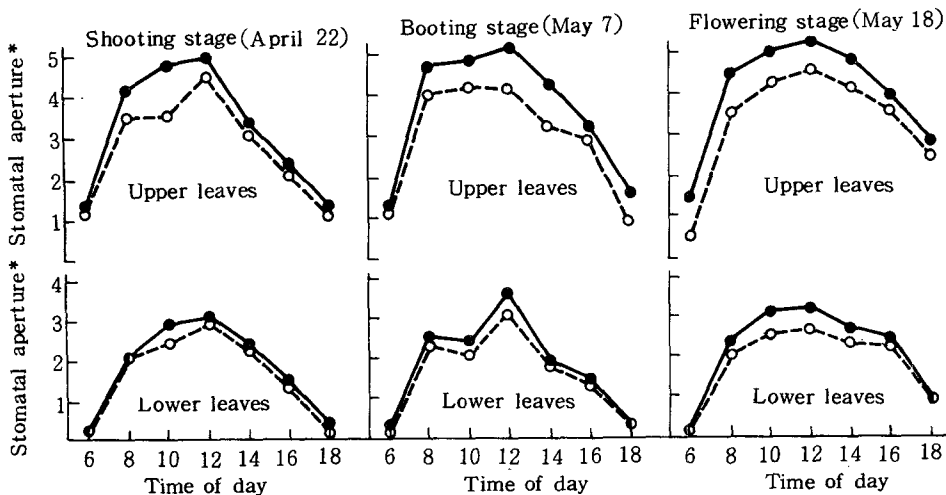


Fig. 3. Diurnal course of stomatal aperture of upper and lower leaves of wheat.
 ●: Top-dressing of nitrogen ○: None-top-dressing *Mean score of two leaves

도를 나타내고 있는데 반하여 下位葉은 3程度로서 큰 差異를 나타내었다. 또한 穗孕期 및 開花期에서도 같은 傾向으로 氣孔開度는 上位葉 일수록 큰 日中變化를 하는 것을 알 수 있었다. 이와 같은 結果는 南等¹⁵⁾이 小麥葉身에 對하여 氣孔開度の 日中變化를 出穗期에 葉位別로 調査하였던 바와 一致하는 結果이었다.

追肥區와 無追肥區間的 氣孔開度の 日中變化를 葉位別로 比較해 보면 어느 生育段階에서나 追肥를 하였을 때 氣孔開도가 큰 日中變化를 하였는데 이들의 差異가 上位葉에서는 크게 나타났으나 下位葉에서는 매우 적거나 거의 認定되지 않았다. 이와 같이 下位葉이 上位葉에 比하여 窒素의 追肥 有無에 따라 氣孔開度の 差가 적은 原因은 잎의 老化 및 葉身の 水分Stress와 關連되어 있을 것으로 推察된다. 水稻의 경우에도 葉身に 窒素含量이 높을수록 氣孔開도가 增加하였는데 이때에도 下位葉은 上位葉에 比하여 氣孔開度の 差異가 적었다고 報告⁹⁾하였는데 이는 上位葉에 比하여 下位葉이 水分Stress의 程度가 크기 때문⁹⁾이라고 하였다.

한편 葉期가 다른 葉身들에 對하여 葉位別로 氣孔開度の 最大値를 比較해 보면 그림 4에서 보는 바와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 追肥區(B)나 無

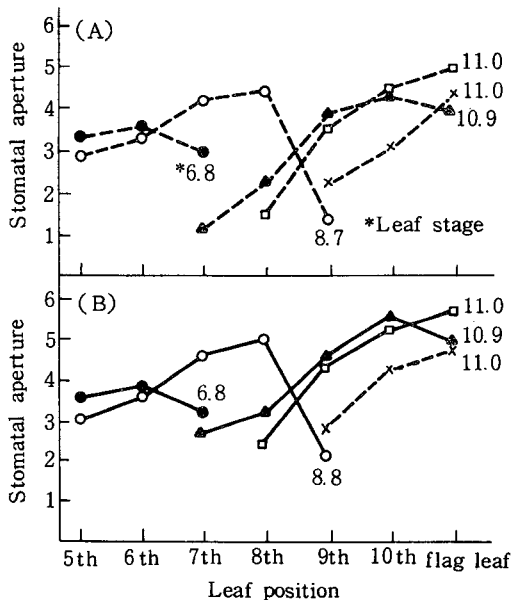


Fig. 4. Stomatal aperture of leaf blades on the different leaf positions at various leaf stage.
A: None top-dressing
B: Top-dressing of nitrogen

追肥區(A) 모두 어느 葉期에서도 完全히 展開된 最上位 葉에서 氣孔開도가 最大이었고 未展開된 잎이나 下位葉으로 갈수록 氣孔開도는 減少하였다. 결국 一枚의 葉에 關해서 말한다면 잎의 抽出, 展開에 따라서 氣孔開閉의 活性은 葉의 展開가 完了해서 次期 葉位の 葉이 抽出을 始作할 쯤에 最大에 도달하고 그以後는 葉의 老化가 始作되면서 漸減되는 Pattern을 各 葉位の 잎은 反復한다 하겠다.

水稻에서는 잎의 光合成能力이 未展開의 未成熟葉은 弱하고 展開된 成熟葉에서 가장 強하며 下位葉으로 내려감에 따라 弱하여진다¹²⁾고 하였으며, 또한 光合成反應 과정에서 暗反應系의 代表的 酵素中的 하나인 RuDp-carboxylase의 活性이 完全展開한 最上位 葉이 最大이고 未展開 잎이나 下位葉으로 내려감에 따라 低下한다고 報告²⁰⁾한 結果와 本 試驗의 調査結果에서도 같은 傾向이었다. 以上과 같이 氣孔開度の 最大値는 各葉期 및 葉位에 따라 달랐는데 이들은 窒素를 追肥하므로써 氣孔開閉의 活性低下가 지연되거나 向上된다는 것을 알 수 있었다. 그런데 窒素追肥에 依하여 氣孔開閉의 活性이 向上되는 것은 光合成能力이 旺盛한 上位 活動中心葉이나 잎의 老化가 상당히 進展된 最下位葉에서 效果가 큰 것으로 나타났다. 이와 같은 結果는 窒素를 追肥함에 따라서 새로운 葉綠體의 增殖과 노쇠한 葉綠體의 機能回復이 氣孔開閉의 活性과 關聯되어 나타났을 것으로 생각된다.

4. 葉身の 窒素含量과 氣孔開度와의 關係

葉身の 窒素含量과 氣孔開度와의 關係를 보기 위하여 各 生育段階의 葉位別 窒素含量과 1日中 氣孔開度の 最大値와의 關係를 檢討하여 본 結果는 그림 5에서 보는 바와 같다. 葉身の 窒素含量과 氣孔開度の 最大値間에는 高度의 正相關(0.66**) 關係가 있어 葉身の 窒素含量이 높아지면 氣孔開도는 增加한다는 것을 알 수 있었다. 그러나 앞에서 언급한 바와 같이 氣孔開도는 葉位에 따라 差異가 있기 때문에 葉身の 窒素含量과 氣孔開度와의 關係를 上位葉과 下位葉으로 나누어 比較하여 본 結果는 그림 6에 提示되어 있는 바와 같다. 上位葉과 下位葉 모두 어느 경우에서나 窒素含量과 氣孔開度와는 正의 相關關係가 認定되었으나 上位葉과 下位葉의 氣孔開度 最大値는 葉身の 窒素含量이 같을 경우에도 差異가 있어 上位葉이 下位葉에 比하여 氣孔開度の 最大値가 큰 傾向을 나타내었다. 이와 같이 氣孔開도는 葉身

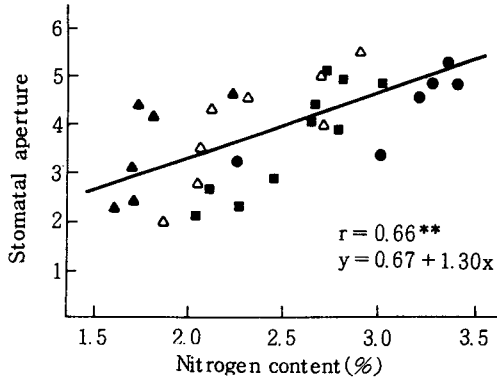


Fig. 5. Relationship between nitrogen content of leaf blades and the maximum stomatal aperture of the day in wheat.
 ●: Shooting ■: Booting △: Flowering ▲: Filling stage

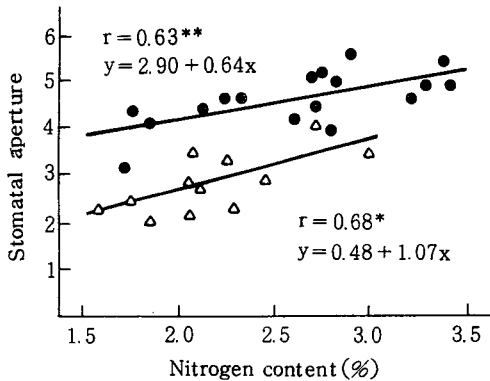


Fig. 6. Relationship between nitrogen content and the maximum stomatal aperture of upper or lower leaves within day in wheat.
 ●: Upper two or three leaves
 △: Lower two leaves

에窒素含量이增加함에 따라增大되었는데 그要因으로서의 뿌리의吸收機能과關連된生理的變化以外에도葉身の窒素代謝와의關係를 생각할 수 있을 것으로 생각된다. 즉氣孔의開閉機作에關해서는從來부터 여러가지의說^{7, 18, 23}이報告된바 있으나現在까지報告된 어느說도葉身の窒素含量이氣孔開閉에크게影響한다는것을說明하기에는不充分的實情이다. 그러나窒素代謝와關聯해서說明한다면싸이토키닌, ABA가氣孔開閉에크게影響한다는것으로알려져있기때문에^{1, 18} 이들의體內Hormon 또는化學物質과關聯해서葉身の窒素代謝와氣孔의開閉關係를어느程度는說明할 수 있을 것으로

생각한다. 葉身の窒素含量과氣孔開度와의關係에對하여現在까지報告된結果를보면水稻⁵ 옥수수 목화¹⁷, 강남콩¹⁹, Guinea grass⁸ 등의作物이나牧草 등에서報告된바 있는데 이들 역시葉身の窒素含量과氣孔의開閉作用과는關係가 있다고 하였으며,窒素含量의增加는氣孔抵抗을減少시키거나氣孔開度を增大시킨다고報告하였다.

5. 窒素追肥와葉身內含水量 및 뿌리活力과의關係

窒素의追肥에依하여氣孔開도가增加한主要要因으로서뿌리의吸水機能과關聯된生理的變化를 생각할 수 있는데 이들에對한關係를알고져窒素追肥區와無追肥의單位葉面積當含水量 및 뿌리의活力을測定하였던바 그結果는表4와그림7에서 보는바와같다.葉面積當含水量을開花期에午前6時頃부터2~3時間間隔으로午後6時까지測定한結果蒸散量이적은午前6~9時頃에는높았으나蒸散量이 많아지는正午부터14時頃까지는낮아졌다가그以後는다시높아지는日中變化를 나타내었다.追肥區와無追肥區間에葉身の含水量을比較해보면14時頃을除外하고는 모든時刻에서追肥區가無追肥區에比하여單位cm²當0.4~2.3mg이 높았는데 그差異는蒸散速度가큰낮동안에比하여아침, 저녁時刻에 컸었다.葉位別로比較해보면含水量은第9葉이 가장 높고 그보다上位葉인止葉(第11葉)이나下位葉은 낮아지는傾向이었다.

다음은追肥區와無追肥區間에뿌리의活力을測

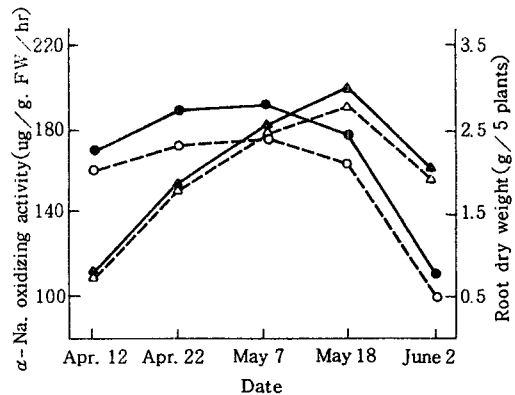


Fig. 7. Changes in root activity and root dry weight at different growth stage of wheat.
 ●, ▲: Top-dressing of nitrogen
 ○, △: None top-dressing

Table 4. Leaf water content of leaf blades on the different leaf positions at flowering stage of wheat

Leaf position Time of day	Treat.	None top-dressing					Top-dressing of Nitrogen				
		flag	10th	9th	8th	\bar{x}	flag	10th	9th	8th	\bar{x}
6:00		15.8	18.7	18.5	18.1	17.8	17.1	20.0	21.7	21.5	20.1
9:00		14.9	18.2	18.5	17.7	17.3	15.5	19.6	20.3	18.4	18.5
11:30		14.8	17.5	18.0	17.2	16.9	14.6	17.2	19.0	18.5	17.3
14:10		15.0	18.4	18.7	17.3	17.4	14.4	18.0	18.6	16.8	17.0
16:10		14.2	19.0	18.8	18.8	17.7	15.3	20.5	21.7	20.6	19.5
18:10		15.2	19.6	19.0	18.9	18.2	16.8	20.8	21.9	20.5	20.0

(mg/cm²)

定한 結果를 보면 그림 7에서와 같다. 뿌리의 活力은 어느 生育段階에서나 窒素 追肥에 依하여 增加하였는데 특히 節間伸長期와 穗孕期에 큰 增加를 보였다. 또한 같은 期間동안에 뿌리의 乾物重 增加를 追肥區와 無追肥區間에 比較하여보면 이들 역시 追肥區는 無追肥區에 比하여 全生育段階에서 乾物重이 더 增加되었다. 生育段階別로 보면 뿌리의 乾物重은 生育段階가 進展됨에 따라 增加하여 開花期頃에 最大에 達하였으며 그 以後는 減少하였다. 이와 같이 窒素追肥에 依한 뿌리의 活力 또는 뿌리 무게의 增加는 뿌리의 吸水機能을 增大시켜 앞서 說明한 葉身內含水量을 높이는 結果를 가져왔을 것으로 생각되며 따라서 氣孔開度を 크게 하는 한 要因으로서 直接 또는 間接적으로 크게 影響한 것으로 생각된다. 三井¹³⁾은 水稻에서 窒素追肥는 水稻뿌리의 生理的 活性을 높이고 吸水機能을 旺盛하게 한다고 報告하였으며 Drew²⁾ 등은 보리에 窒素의 施肥水準을 增加시킴에 뿌리의 길이나 數가 增加되어 뿌리의 乾物重이 增加된다고 하였는데 本 試驗에서도 같은 結果라 생각된다.

摘 要

窒素의 追肥가 小麥葉身の 氣孔開도에 어떠한 影響을 미치는가를 檢討하기 위하여 小麥 早光 品種을 供試하여 窒素追肥와 無追肥區로 處理하여 浸潤法으로 最高分蘗期, 節間伸長期, 穗孕期, 開花期, 登熟中期에 氣孔開도를 測定하였던바 그 結果는 다음과 같다.

1. 小麥葉身の 氣孔開도는 生育이 進展됨에 따라 增加하여 開花期頃에 最大에 達하였으며 그 以後는 低下하였다.

2. 1日中 氣孔開도가 最大로 되는 時刻은 各時期 모두 正午頃이었으며 午後 6時頃에는 상당히 閉孔되었으나 이는 生育段階에 따라 多少 相異하였다.

3. 窒素의 追肥는 葉身の 氣孔開도를 增加시켰는데 그 程度는 生育이 旺盛한 穗孕期와 開花期에 特히 큰 傾向이었다.

4. 上位葉은 下位葉에 比하여 모든 生育段階에서 큰 氣孔開도를 나타내었으며, 窒素追肥에 依한 氣孔開度の 差異도 上位葉이 下位葉에 比하여 크게 나타나는 傾向이었다.

5. 葉身の 窒素含量과 1日中 氣孔開度の 最大值間에는 高度의 正相關($r=0.66^{**}$) 關係가 있었는데, 上位葉과 下位葉 모두 같은 傾向이었다.

6. 各 葉期の 葉位間 氣孔開度の 差는 完全 展開한 最上位葉이 最大值을 나타내었고 展開中인 未成熟葉이나 葉의 老化가 進展된 下位葉일수록 氣孔開도는 작았다.

7. 各 葉身の 含水量, 根重 및 根의 活力은 窒素의 追肥에 依하여 增加되었는데 이는 氣孔開도를 增大시킨 한 要因으로 作用한 것으로 推察되었다.

引 用 文 獻

1. Cooper, M. J. and J. Digby(1972) Effect of plant hormones on the stomata of barley. A study of the interaction between abscisic acid and kinetin. *Planta(Berl.)* 105:43-49.
2. Drew, M. C., L. R. Saker and T. W. Ashley (1973) Nutrient supply and the growth of the seminal root system of barley. I. The effect of nitrate concentration on the growth of axes and laterals. *J. Exp. Bot.* 24:1189-1202.

3. 石原邦, 石田康幸, 小創忠治(1971) 水稻葉における氣孔の開閉と環境條件との關係. III. 異なつた葉位の葉身における氣孔開度およびその日變化の相違について. 日作紀 40:505~512.
4. 石原邦, 佐合隆一, 小倉忠治, 牛島忠廣, 田崎忠良(1972)

_____ IV. 氣孔開度と
光合成速度との關係. 日作紀 41:93~101.
5. _____, 江原宏昭, 平澤正, 小倉忠治(1978)

_____ VII. 葉身のチッ
ソ濃度と氣孔開度の關係. 日作紀 47(4): 664~
673.
6. _____, 平澤正, 飯田修, 小倉忠治(1979) 水稻葉身の小さい氣孔開度の測定法—改良浸潤法について. 日作紀 48(2):319~320.
7. Ketellapper, H. J. (1963) Stomatal physiology. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 14:249-270.
8. Ludlow, M. M. and T. T. Ng (1976) Effect of water deficit on carbon dioxide exchange and leaf elongation rate of *panicum maximum* var. *trichoglume*. *Aust. J. Plant Physiol.* 3: 401-413.
9. 李浩鎮, 尹進一, 李光會(1981) 麥類의 氣孔擴散低抗의 日中變化와 葉位別 氣孔의 分布. 韓作誌 26(1):45-50.
10. Meidner, H. and T. A. Mansfield (1968) *Physiology of stomata*. McGraw-hill. England.
11. 村田吉男, 玖村敦彦, 石井龍一(1976) 作物の光合成と生態. 農文協. 東京 177-184.
12. 村田吉男(1961) 水稻の光合成とその栽培學的意義に關する研究. 農技研報告 D9:1-169.
13. 三井進牛, 態澤喜久雄(1957) 作物の養分吸収に關する動的的研究. 第15報. 水稻の營養狀態變化
 方養分吸収に及ぼす影響. 土肥誌 28:265-268.
14. Nevins, D. J. and R. S. Loomis (1970) Nitrogen nutrition and photosynthesis in sugar beet. *Crop Sci.* 10:21-25.
15. 南潤一, 河龍雄, 吉田智彦(1982) 小麥葉身의 氣孔運動과 氣孔의 環境變異에 關한 研究. 第1報 小麥葉身의 氣孔開度測定法 및 氣孔開度의 日變化. 韓作誌 27(2):130-136.
16. 野田健兒, 態本司, 上野義人, 江口末馬(1953) 暖地麥類の生育相に關する研究. 第2報. 小麥の成育に伴つ内容成分の變化について. 九州農試彙報 第1卷 4號: 425-439.
17. Ryle, G. J. A. and J. D. Hesketh (1969) Carbon dioxide uptake in nitrogen-deficient plant. *Crop Sci.* 9:451-454.
18. Rashke, K. (1979) Movement of stomata. in *Encyclopedia of plant physiology*. New Series Vol. 7:383-434. Springer-verlag.
19. Shimshi, Do. (1970) The effect of nitrogen supply on transpiration and stomatal behaviour of beans (*Phaseolus Vulgaris* L.). *New Phytol.* 69:405-412.
20. 坂齊(1977) イネの生育になう葉のRuDPカルボキセラゼ活性, 葉綠素含量等の消長とそれらの相互關係について. 日作紀 46(2):164-170.
21. 津野幸人(1971) 葉の無機養分含量と光合成. 戸荊義次監修. 作物の光合成と物質生産. 養賢堂 東京: 82-85.
22. 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の活力診斷. 農及園 第36卷 12號: 1983~1985.
23. Zelitch, I. (1969) Stomatal control. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 20:329-350.