

窒素施用量の 差異가 稈麥의 光合成 關聯形質과
收量에 미치는 影響

金碩鉉*·趙載英**·權赫之*

The Photosynthetic Character and Yield of
Three Naked Barley Cultivars
(*Hordeum vulgare* L.) Affected
by Different Levels of Nitrogen Application

Kim, S. H.*, J. Y. Cho** and H. J. Kwon**

ABSTRACT

Four different levels of nitrogen were applied to 3 naked barley cultivars (*Hordeum vulgare* L.) Yonezawa, Baekdong and Yeongsanbori. Changes in chlorophyll content, green leaf area and light penetration were monitored after heading. Yield and its components were examined upon these changes.

Increased level of N-application delayed the days to heading and ripening by 2-3 and 6-7 days, respectively, in Yonezawa. Yonezawa with a short culm was more resistant to lodging than two tall ones (Baekdong, Yeongsanbori) under heavy nitrogen applications.

Yield was affected mostly by the number of spikes per unit area and 1,000 grain weight at all levels of N-applications. The increase in dry weight of Baekdong was more than in that of Yonezawa. A sharp increase in dry weight was observed after 3 weeks of heading. Maximum yield was obtained at N₂ in Yonezawa (234kg/10a) and Baekdong (302kg/10a) and at N₁ in Yeongsanbori (332kg/10a).

It appears essential to attain the sufficient leaf area and the increase in chlorophyll content for maximum yield. However, too much leaf area at the highest N level up to the ripening stage was not beneficial for dry matter production.

緒 言

우리나라의 主穀自給度는 아직 充足할만한 水準에 달하였다고 할 수는 없으며 또한 生産도 米穀中心으로 되어 있다. 그리하여 食糧의 自給度를 높이기 위하여 麥類 増産의 必要性이 高潮되어 가고 있는데 특히 近年에 와서 小麥의 增收와 品質向上을 위하여 많

은 努力과 試驗事業이 이루어져 왔으나 氣象의인 制約으로 말미암아 所期의 目標을 達成하지 못하고 있는 實情이다.

한편 大麥에 있어서도 生産水準을 安定化하고 生産性을 向上시키기 위하여 品種育成과 아울러 栽培法 改善面에서도 不斷히 研究가 進行되어 왔으며 栽培方法, 栽植密度, 施肥量, 播種期, 播種量 등의 調節이 收量構成要素인 單位面積當 穗數, 1穗粒數, 千

*慶尙大學校 農學科, **高麗大學校 農學科.

* Dept. of Agronomy, Gyeongsang National University, Jinju 620, **Dept. of Agronomy, Korea University, Seoul 132, Korea.

粒重과 登熟比率等에 미치는 影響이 주된 研究 方向 이었다.

麥類의 生産收量에 미치는 窒素의 影響이 至大하다는 것은 이미 잘 알려진 事實이지만 大麥 栽培에 있어서는 窒素가 어떤 生育相의 展開를 통하여 收量에 影響하는가를 綜合 體系의으로 究明한 研究는 未洽한 實情이다. 따라서 本 試驗에서는 窒素施用量을 달리하였을 때 보리의 收量을 支配하는 生體構成의 根本的 要素라 할 수 있는 葉綠素含量, 綠葉面積 및 受光度에 미치는 影響을 究明하여 본 것이다.

研 究 史

Watson⁷²⁾은 大麥의 播種適期는 品種, 氣候條件, 栽培樣式 等에 따라서 달라지나 生理生態의인 特性에서 볼 때 種實生産을 가장 많이 얻을 수 있는 時期가 播種適期라 하고 葉面積確保面에서는 最高 葉面積을 確保하여 最高의 種實生産을 얻을 수 있는 播種時期가 播種適期라고 定義하였다. 片山²⁹⁾ 등에 의하면 同一栽培地에서라도 暖冬인 해에는 酷寒인 해보다 播種適期가 늦어져도 되고 春播性이 높은 品種은 秋播性이 높은 品種보다 播種適期가 늦다고 하였다. 曹^{11,12)}은 우리나라 各地域別 播種適期를 究明하였는데 晉州地方은 10月 中旬부터 11月 初旬이라고 하였다.

大麥의 發芽에 關해서 和蘭에서 試驗한 結果³²⁾에 의하면 10a當 窒素, 磷酸, 加里를 各各 2, 4, 6kg씩 施肥할 境遇 種子와 化學肥料와의 接觸에 의한 被害가 發見되지 않았다고 한 바 있으며 Bruns等⁷⁾은 磷酸을 種子에 近接施肥 할수록 有效係數가 높아 肥效가 增進된다고 하였으나 Salter⁵⁸⁾는 種子와 化學肥料가 接觸된 境遇 또는 近接施肥할 境遇 發芽障害를 받는 境遇가 많다고 하였다. 小池³³⁾는 土壤水分 40%일 때 施肥量이 增加할수록 發芽가 遲延될 뿐 아니라 發芽率도 떨어진다고 하였다. 麥類 栽培에 있어서 肥料要素의 效果 및 適正施肥量의 究明을 위한 試驗報告等³⁶⁾도 있다.

莖數의 推移에 關하여 曹等¹⁰⁾이 研究한 바에 의하면 點播栽培를 하였을 境遇에 3月 上旬의 第2期 出葉轉換點 以前에 出現한 分蘗은 有效莖比率이 높고 그 以後의 것은 낮다고 하였다.

大麥의 出穗期 및 成熟期는 窒素增施에 의하여 遲延된다는 報告³⁶⁾도 있고 曹¹⁰⁾, 林³⁸⁾, 朴⁵¹⁾ 등은 施肥量 및 栽培樣式에 의한 出穗 및 成熟期 差異보다는 品種間 差異가 더 크게 나타난다고 하였다.

窒素施用과 倒伏에 關해서 Salt⁵⁷⁾, 岡島等⁴⁸⁾은 出穗前 30~40日頃의 節間伸長開始直前의 窒素施用이 가장 倒伏을 誘發하기 쉽고 出穗前 10日頃 以後의 晩期追肥는 倒伏의 危險을 줄인다고 하였다. 또한 Middleton等⁴³⁾, Mikesell等⁴⁴⁾, Williams等⁷⁴⁾, 崔等¹³⁾, Pendleton等^{53,55)}, 李等³⁵⁾은 大麥의 窒素追肥 時期를 3月頃으로 하는 것이 倒伏 抵抗性 및 굴절 강도가 가장 높다고 하였다.

稈長과 穗長의 變異에 대한 崔¹³⁾와 李等³⁶⁾의 報告에 의하면 稈長은 窒素施用量이 많을수록 길어지며 磷酸과 加里의 施用量間에는 뚜렷한 差異가 없었다고 한다. 稈長은 窒素施用量과는 無關하게 品種自體가 지니는 固有의 遺傳的인 特性인 것 같다고 하였다.

出穗期의 生體重과 乾物重의 變異에 대해서 Rankirf⁶⁰⁾ 등은 小麥의 生育時期에 따라 窒素質肥料의 效果가 다르게 나타나는 데 窒素의 吸收가 旺盛한 時期는 乾物重이 增加하는 時期와 대체로 一致하며 그 時期는 3月부터 4月頃이고 이때의 追肥效果가 가장 크다고 하였다.

收量에 미치는 要因들에 대하여 Cook等¹⁵⁾과 Fendleton等⁵⁴⁾은 大小麥의 穗數增加에 가장 效果의인 것은 窒素라 하였으며 Bayees等⁵¹⁾, Denhartog等¹⁸⁾과 Middleton⁴³⁾ 등도 窒素肥料를 增施할 때 1ℓ重과 干粒重은 穗數보다 影響을 적게 받으며 單位面積當 穗數와 收量은 增加하는 傾向이 뚜렷하나 穗數의 增加率은 收量增加보다 낮기 때문에 穗數 以外의 收量構成要素도 收量增加에 關與한다고 하였으며, Loeilis³⁹⁾ 등도 ha當 68kg까지의 窒素增施로 乾物生産이 增加되었음을 報告한 바 있다. 이밖에 대, 小麥의 穗數增加에 가장 有效한 것은 窒素라고 하는 報告^{14,15)} 등이 있다. 曹⁹⁾는 施肥水準別 種實重을 比較하면 標準肥에 比하여 100%增肥에서는 19% 增收되었다고 하며 趙⁹⁾는 大, 小麥에서 倍肥는 普肥보다 增收하였고 倒伏이 약간 助長된 것 以外에는 栽培의 危險이 없다고 하였다. 또한 曹等⁹⁾과 小池³³⁾는 密植條件인 drill播에 있어서 施肥量을 平常보다 50%增加하는 것이 收量이 많았다고 한다. Singh等⁶⁰⁾은 矮性小麥品種의 窒素利用의 差異를 究明하기 위하여 窒素施用量을 0, 40, 80, 120, 160, 200kg/ha로 하여 試驗한 바 窒素吸收는 最高水準인 200kg까지 거의 直線의으로 增加하였다고 하나 子實의 收量은 160kg까지 增加하며 200kg에서는 오히려 減少하였다고 한다. 또한 大麥의 收量과 收量構成要素間의 相關에 關하여 Army等³⁾, Dunham¹⁹⁾, Hobbs²⁵⁾, Hsu等²⁶⁾, L-

amb等³⁴, Pendleton等⁵⁴, 佐藤⁵⁹等 많은 研究者들의 報告도 있는데 Dunham¹⁹은 어느 程度 以上の 穗數를 確保하게 되면 穗數보다는 1穗粒數가 收量을 增加시키는 데 效果의이라 하였으며 Army와 Garber³도 같은 結果를 報告한 바 있다. 또 다른 報告²⁹에서는 千粒重의 增大는 施肥量을 增加함에 따라 穗數나 1穗粒數의 增大보다는 相對的으로 작으므로 收量增加에 큰 役割을 하지 못한다고 하였다. 한편 施肥量 增加에 따라 千粒重이 顯著히 增加한다는 報告²⁹도 있다. 品種間에도 施肥水準에 따른 收量差異가 있다고 하는데 Pendleton等⁵⁵은 春播大麥 9品種을 供試하여 施肥量을 다섯 水準으로 實驗한 結果 品種間에 反應 差異가 顯著하여 增肥에 의하여 收량이 急増하는 品種과 緩慢하게 增加 또는 減少하는 品種을 볼 수 있었다고 하였다.

綠葉面積의 收量에의 寄與度에 대한 研究報告로서 Watson⁷²은 最適葉面積을 確保하면 多收稔을 얻을 수 있으며 이는 均等配置에서만 可能하다고 하였으며, Thorne⁶⁷과 Watson⁷¹ 등은 grain filling過程에서 가장 寄與도가 큰 植物體部位는 穗와 止葉이라고 하였다. Khalifa³⁰는 播種後 60日에 葉面積指數가 最大로 되었다가 그 以後에 서서히 減少한다고 하였고 특히 Iwaki等²⁷과 武田^{62,63} 등은 品種間 差異가 顯著하다고 하였다. Thorne^{65,66}은 窒素를 早期에 施用하면 葉面積을 增大하여 光合成效率이 增大되므로 收量增大를 期할 수 있다고 하였다. 그런데 群落狀態의 受光量은 覆土率, 葉面積指數와 葉의 色素價에 주로 支配된다고 報告하였으며 이때 分蘗數나 葉色이 窒素에 크게 影響을 받는다고 하였다. 한편 Aase¹는 葉面積과 種實乾物重 그리고 葉面積과 植物體 乾物重間에는 高度의 有意相關이 認定되었다고 하였으나, 遮光處理에 의한 窒素吸收는 增加^{47,48,50} 또는 抑制⁶⁹를 보여 定說이 없는 것 같기도 하다. Watson⁷¹은 切葉에 의하여 穗數는 40%가 減少하였으나 1穗粒數의 減少는 粒重을 增加시켰다고 하였는데 時政等⁷⁰은 穗數는 有效分蘗 決定期의 遮光의 影響을 크게 받고 1穗粒數 및 千粒重은 花器發達 充實期의 遮光으로 減少됨을 報告하였다.

葉綠素含量에 따른 收量의 變異性에 관한 研究에서 金等³¹은 綠色植物의 葉色露呈 및 變化는 주로 葉綠體 色素 및 細胞液內 花青素系 色素에 의하여 決定된다고 하였다. 綠色植物의 光合成에는 葉綠素 a가 필수元素이나 葉綠素 b나 carotinoid系 色素들이 補助的 役割을 하며 이들 色素體 造成은 植物의 種, 變

種 또는 品種에 따라서도 差異가 있음이 알려져 있으나 大麥 品種들의 光合成色素系 造成에 대해서는 그간 國內에서 거의 研究된 바 없고 李³⁷의 研究가 있을 뿐이다. 李³⁷에 의하면 葉에서 同化된 物質은 穗下部의 小穗와 基部 穎花에 주로 配分되어가나 穗에서 生成된 物質은 이와 反對의 傾向을 보인다고 하였으며, Lupton⁴⁰은 穎 및 止葉에서 同化된 產物은 거의 種實로 轉流되나 次葉과 第3葉에서의 產物은 一部는 種實로 轉流되나 一部는 下向한다고 하였다. 葉綠素含量과 窒素含量과는 密接한 關係가 있어 營養生長期의 葉에는 生育이 經過하여도 窒素含量이 低下하지 않기 때문에 葉綠素含量이 增大되는 時期도 있다고 하였다.^{6,77}

植物體 部位別 光合成能力의 究明에서 李等³⁶은 全植物體의 光合成能力은 出穗後 10日 以內에 最高에 달하고 25日에는 低下하였다고 한다. 또한 止葉의 寄與도를 100으로 表示하면 次葉은 81%, 3葉은 50%라고 報告한 바도 있다. Thorne⁶⁷은 小麥穗에서 固定되는 CO₂ 量은 17~20%로 大麥보다 光合成能力이 낮은 편이나 止葉의 能力은 小麥이 大麥보다 높다고 하였다. 菅原等⁶¹은 麥類의 登熟期間中 光合成 能力은 小麥의 境遇 葉身에서 27%, 莖에서 42%, 穗에서 23%, 其他 9%라고 하였고 Iwaki等²⁷과 武田^{62,63} 등도 비슷한 結果를 報告하였다. 한편 Middleton等⁴³은 大麥止葉의 光合成 能力이 開花期에는 2.7gr CO₂/m²/hr 이었으나 成熟期에는 0.9 gr CO₂/m²/hr로써 크게 減少하였다고 하며 Lupton⁴⁰과 Patterson⁵² 등의 研究에서도 登熟이 進展됨에 따라 光合成能力이 低下된다고 하였다. Thorne⁶⁷은 大麥과 小麥에 있어서 止葉과 穗의 光合成能力을 比較하여 大麥은 兩器官의 能力이 거의 비슷함에 반하여 小麥의 穗는 光合成 寄與率이 相對的으로 적다고 하였는데 Patterson⁵² 등은 葉綠素 a/b의 比率이 上位葉身에서는 一定하나 下位葉身에서는 減少한다고 하였으며 Takeda⁶⁴은 葉位에 따른 光合成能力의 變化는 葉身, 葉鞘 모두 葉位가 낮은 것일수록 登熟期의 光合成能力이 低下한다고 報告하였으며 Thorne⁶⁵는 葉身, 葉鞘 모두 어떤 葉의 光合成能力은 그 上位葉의 70% 程度로써 葉이 完全히 展開되었을 때 가장 크다고 하였다. 또한 村田^{45,46} Oritami⁴⁹ 등은 水稻에 있어서 葉身中의 葉綠素含量과 光合成能力間에 高度의 正의 相關이 있다고 報告하였으며 Atkins等⁴에 의하면 大麥의 까락은 收量, CO₂ 吸收와 同化物質의 轉流面에서 有利한 位置에 있으며 登熟期間中

老화가 적고 草冠의 溫度調節에도 關與한다고 하였다.

受光態勢와 收量과의 關係를 보면 Johnson²⁸⁾은 小麥品種 Pawnee에 있어 成熟前 6週間の 照度低下로 草長, 種實收量, 粒重이 減小함을 보았고 또한 生育期間中の 照度低下로 出穗率 및 稔實率이 低下됨을 報告하였으며 Tingle等⁶⁸⁾은 低照度에서 大麥의 小花數와 分蘗數 및 登熟比率이 減少된다고 報告하였으며 Pendleton等⁵⁹⁾은 小麥에서 遮光으로 莖稈重, 根重等이 減少하고 減收가 됨을 報告하였으며 Dale¹⁶⁾ 등도 大麥의 第1,2本葉의 遮光은 1穗粒數와 粒重을 減少시키지 않으나 分蘗을 지연시키고 有效分蘗을 減少시켜 減收를 초래하며 특히 小麥에서는 分蘗莖의 分化 發育에 影響을 미친다고 報告하였다. 村田⁴⁵⁾ 또한 遮光에 의한 光不足 現象은 炭素同化機能을 減弱시키며 倒伏을 일으켜 結局 甚한 減收를 초래한다고 하였으나 Willey等⁷³⁾은 大小麥의 幼穗發育期의 遮光은 1穗粒數의 減少로 減收를 가져온다고 報告하였다.

材料 및 方法

本 試驗은 1981年度부터 1983年度까지 慶尙大學校 試驗圃場(經度 128°5', 緯度 35°11', 標高 25 m, 田)에서 實施하였다.

1. 試驗材料

供試品種은 영산보리(세도하다까: 小粒), 白胴(大粒)과 요네자와(찰성)이다.

試驗圃場의 土壤條件은 表1과 같았으며 土壤分析은 試驗前 表層의 土壤을 채취하여 陰乾後 2mm체로 調製하여 分析試料로 使用하였으며 pH는 H₂O를 침출액으로 pH meter(MRK10-18)로, 有效磷酸은 ammonium vanadate法으로, 有機物은 tyurin 法으로, 置換性 鹽基는 原子吸光 分析器(IL-151)로써 分析하였다. 試驗期間中の 氣象概況은 그림1에서 보는 바와 같이 溫度, 降雨에서는 例年과 비슷하여 麥類栽培에 順調로왔으나 出穗期인 1983年 4月 20日 颱風의 被害로 結實에 障害가 있었다.

Table 1. Chemical characteristics of the soil used in the experiment.

Soil series	pH	O. M. (%)	Cation exchange (me/100g)			Nitrogen (%)	Available P ₂ O ₅ (ppm)
			CaO	MgO	K ₂ O		
Gisan	5.93	2.09	2.27	0.61	0.80	0.15	26.79

2. 試驗方法

播種은 10a當 12ℓ를 畦幅 40cm, 播幅 18cm의 狹幅播로서 1981年 1982年 10月 23日에 하였으며 施肥는 窒素(尿素), 磷酸(熔成磷肥), 加里(鹽化加里)

로서 窒素無肥區(0-9-7kg/10a), 窒素普肥區(12-9-7kg/10a), 窒素倍肥區(24-9-7kg/10a)와 窒素3倍肥區(36-9-7kg/10a)로 하였으며 磷酸, 加里는 全量 基肥로 施用하였고 窒素肥料는 40%는 基肥로 60

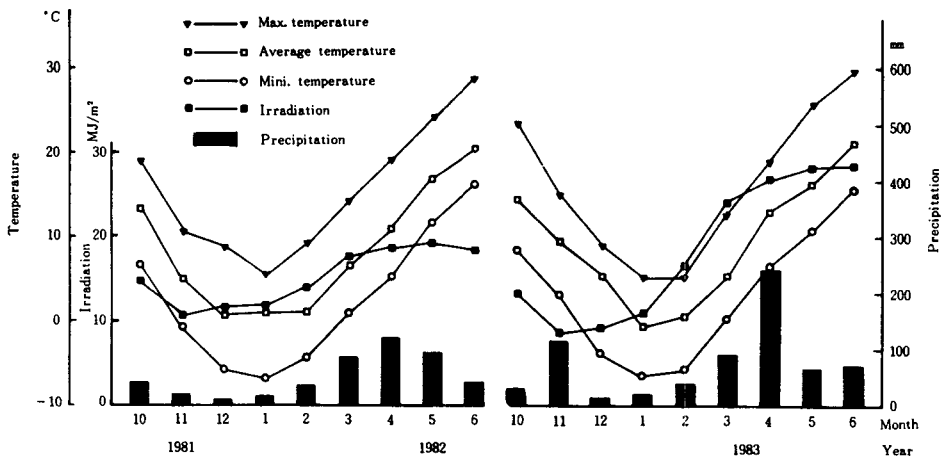


Fig. 1. Meteorological data during the 1981-1983 crop season in Jinju.

는 越冬後인 이듬해 3月3日과 3月20日에 各各 30%씩을 追肥로 施用하였으며 堆肥는 1,000kg/10 a 施用하였다.

試驗區의 크기는 10 m²를 1區로 하여 品種을 主區로 窒素水準을 細區로 하는 4反覆의 分割區 配置法으로 하였으며 그밖의 管理는 農村振興廳 標準耕種法에 準하였다.

3. 調査 및 分析方法

生育特性 및 收量形質의 調査에 있어서 出現率은 播種 9日後인 11月12日에 調査하기 始作하였으며, 越冬前後의 莖數는 11月3日과 3月7日 그리고 出穗期인 4月29日에 걸쳐서 30cm×30cm의 方形區를 越冬前에 設置하여 調査하였다.

出穗期는 總莖數의 40%가 出現한 날을 基準하였으며, 成熟期는 全株의 大部分의 穗가 黃化한 날을 基準하였고, 稈長은 地面에서 穗首까지의 길이로서 10株씩을 調査하였다. 또 穗長은 穗首로부터 穗先까지의 길이로 하였으며, 倒伏程度는 觀察에 의하여 0부터 5까지의 6階級으로 分級하여 0(無倒伏)에서 5(完全倒伏)으로 調査하였다. 生體重과 乾物重은 出穗後 1週日 間격으로 生育이 中程度인 10株를 根部에서 切斷하여 風乾乾熱器로 80℃에 4時間 處理한後 다시 60℃에서 24時間 乾燥한 무게로 換算하였다.

收量調査는 各區에서 生育이 中程度인 곳의 3.3m²內의 것을 全量 採取後 탈곡하여 秤量하고 10a當으로 換算하였으며, 穗數는 10株식으로 固定表示하여 出穗後 1週日 間격으로 調査한後 m²當으로 換算하였다. 1穗粒數는 區當 30穗의 平均値이고, 千粒重은 Seed Counter (Seed Buro-EBOOI)로서 測定하였으며, 1ℓ重은 Brauers Grain Balance (Kiya 127)로서 各 3回 秤量한 平均値이다.

日射量은 Quantum meter (LI-185A)로서 出穗期인 4月27日 午前 8時부터 2時間 間격으로 午後 6時까지 6回에 걸쳐 穗上位 5cm와 止葉, 2葉, 3葉, 4葉 및 地表面을 10回 測定 平均하였다.

葉綠素含量의 測定은 40cm×30cm內의 全體體를 모아서 測定하였으며 出穗 1週日後부터 7日 間격으로 收穫期인 6週째까지 Hiscox 등²⁰의 方法으로 葉組織을 細切 混合한後 100mg 秤量하여 3反覆으로 취하였으며 7mℓ의 dimethyl sulfoxide (Hayashi Co)를 加하여 65℃의 Water Bath內에서 約 15分間 完全抽出한後 3mℓ를 다시 취하여 U. V. - Vis Spec-

trophotometer (Hitachi 200-20)에 645nm와 663nm에서 OD값²⁾을 구하였다.

葉面積은 Leaf Area Meter (LI-3000)로 測定하였다.

結果 및 考察

1. 主要生育 形質의 變化

出現에 所要되는 日數는 窒素施用량과 品種에 支配되지 않고 全區에서 모두 9~11日로서 큰 差가 없었고, 出現率은 品種間에는 큰 差가 認定되지 않았으나 窒素 施用量이 增加될수록 低下하는 傾向이었다(表 2). 이러한 結果는 種子와 肥料와의 接觸에 의하여 被害를 받은 때문인 것으로 생각된다.^{32, 50}

그림 2에서 보는 바와 같이 越冬前인 11月3日 調査한 莖數는 3品種에서 모두 窒素施用量이 增加할수록 적어지는 傾向이었는데 이는 出現率의 低下가 主因인 것으로 보였다. 越冬直後인 3月7日에는 窒素施用量의 增加에 따라서 莖數도 增加하였으나 過多한 窒素는 出現遲延 및 出現率 低下等 出現障害 때문에 充分한 莖數를 確保할 수 없었던 것 같다. 出穗期에서는 3品種 모두 窒素施用量이 增加할수록 莖數도 增加하였는데, 이것은 越冬後의 分蘖增加 速度가 窒素施用量과 比例的이었기 때문인 것으로 보인다.

出穗期, 成熟期 및 倒伏程度의 調査에 있어서 表 3에서 보는 바와 같이 品種別로 볼 때 요네자와와 白胴과 영산보리 보다 出穗期가 2~3日, 成熟期는 6~7日 늦은 편이며, 또한 窒素施用量이 增加되면 대체로 出穗, 成熟이 늦어지고 倒伏이 심한 傾向이었다. 이러한 結果는 李 등³⁶⁾의 結果와 一致하였으며 특히 長稈인 白胴은 窒素 增施에 의한 倒伏이 심하였고 요네자와는 찰성이면서 耐倒伏性인 品種이었다.

稈長과 穗長은 그림 3에서 보는 바와 같이 白胴이 長稈임을 알 수 있었고 窒素施用量을 增加할수록 3品種 모두 稈長이 커졌으며 出穗後의 稈長 增加는 長稈인 白胴이 短稈인 영산보리 보다 빠른 速度로 成熟期까지 伸長함을 볼 수 있었다. 生理的으로는 稈長이 길때 穗長도 길다고 하나³⁵⁾ 本成績에서는 短稈인 영산보리는 長稈인 白胴보다 穗長이 약간 길었으며 3品種 모두 出穗後 成熟이 進展됨에 따른 穗의 伸長은 없었다.

出穗期인 4月29日에 調査 測定한 生體重과 乾物重은 表 4에서 보는 바와 같이 3品種 모두 窒素施用量의 增加로 出現率의 差異에 不拘하고 生體重과 乾物

Table 2. Days to seedling emergence and its percentage.

Cultivars	Nitrogen level	Days to seedling emergency	Germination percentage
Yonezawa	N ₀	10.0±0.10	89.9±1.278
	N ₁	9.3±0.23	91.5±0.741
	N ₂	10.0±0.11	92.8±1.617
	N ₃	10.0±0.08	90.3±0.976
	Mean	9.83±0.24	91.13±1.307
Baekdong	N ₀	10.8±0.04	95.4±1.078
	N ₁	10.0±0.01	95.7±0.860
	N ₂	10.8±0.05	90.4±2.320
	N ₃	11.0±0.03	91.5±0.580
	Mean	10.65±0.15	93.25±2.696
Yeongsanbori	N ₀	9.3±0.02	94.6±0.580
	N ₁	11.0±0.04	95.6±1.245
	N ₂	11.0±0.05	89.0±1.283
	N ₃	10.3±0.01	90.8±1.122
	Mean	10.40±0.09	92.50±3.118
LSD for the mean cultivars (5%)		0.289	0.624
LSD for the mean nitrogen in the same cultivars (5%)		0.489	1.971
LSD for the mean nitrogen in the different cultivars (5%)		0.505	1.815

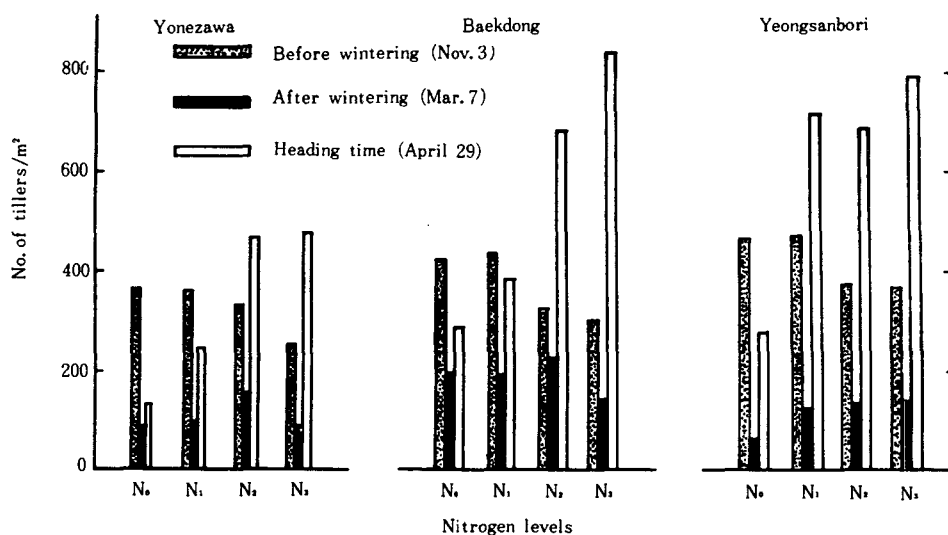


Fig. 2. Changes in number of tillers of three naked barley cultivars under the different nitrogen regimes.

Table 3. Effects of different levels of nitrogen applications on the degree of lodging days to heading and maturity.

Cultivars	Nitrogen level	Lodging* degree	Days to heading	Days to maturity
Yonezawa	N ₀	0	185	228
	N ₁	0	186	230
	N ₂	1	188	231
	N ₃	2	188	236
	Mean	0.8±0.19	186.9±1.48	231.2±3.22

Cultivars	Nitrogen level	Lodging* degree	Days to heading	Days to maturity
Baekdong	N ₀	1	181	223
	N ₁	3	182	223
	N ₂	5	184	225
	N ₃	5	186	227
	Mean	3.5±0.05	183.1±1.99	224.2±2.08
Yeongsanbori	N ₀	1	182	223
	N ₁	2	183	225
	N ₂	4	186	226
	N ₃	5	187	228
	Mean	3.0±0.09	184.3±2.30	225.3±1.98
LSD for mean cultivars (5%)		0.540	0.934	0.586
LSD for the mean nitrogen in the same cultivars (5%)		0.522	1.245	1.510
LSD for the mean nitrogen in the different cultivars (5%)		0.701	1.422	1.430

*Lodging degrees were categorized from 0, no lodging to 5, complete lodging.

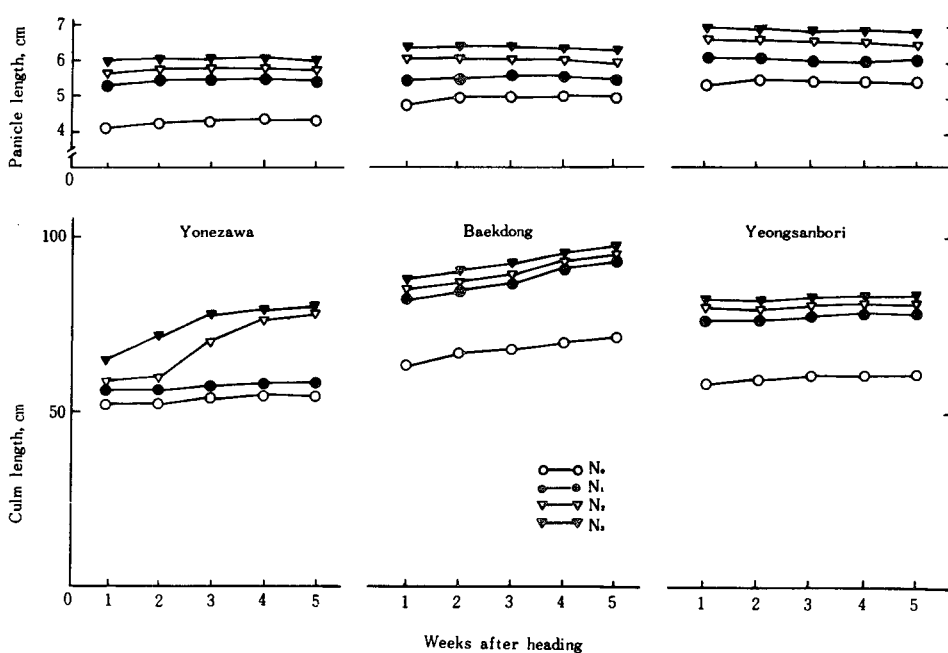


Fig. 3. Changes in panicle and culm length of three naked barley cultivars under the different N-supply.

重이 增大하였는데 이러한 결과는窒素의 吸收가 旺盛한 時期 以前인 3月3日과 3月20日 두차례의 窒素追肥의 影響이 컸던 것 같으며 Rankin⁵⁶⁾ 등이 小麥에서 窒素質의 吸收가 가장 旺盛한 것은 3月에서 4月에 걸친 時期라는 報告에 相應하는 傾向이었다.

2. 収量構成要素 및 収量の 變化

表5에 表示된 바와 같이 m²當 穗數는 品種別, 窒

素施用量 相互間에 큰 差異가 있었는데 品種別로는 白胴, 영산보리, 요네자와의 順으로 많았다. 窒素施用量을 增加하면 穗數가 급격히 增加하였는데 3品種 모두 倍肥區(24kg N/10a)에서 穗數를 最大로 確保할 수 있었다. 趙⁵⁾, Hsu²⁶⁾ 등의 報告에 의하면 收量을 增大하는 길은 一次的으로 穗數의 確保라고 하였으며, 또한 南部地方에서는 播種適期에 適量 播種하고⁵¹⁾ P., K.도 適量施肥를 하면 窒素質肥料의 增加는 穗數確

Table 4. Fresh and dry matter weight of plant tissue at heading date.

Cultivars	Nitrogen level	Fresh wt. per m ²	Dry wt. per m ²	Dry wt. ratio
		Kg	Kg	%
Yonezawa	N ₀	2.28±0.005	0.35±0.005	15.72±0.130
	N ₁	2.50±0.002	0.38±0.008	15.20±0.327
	N ₂	2.78±0.005	0.42±0.009	15.05±0.309
	N ₃	3.43±0.005	0.52±0.017	15.71±1.047
	Mean	2.75±0.499	0.42±0.074	15.42±0.346
Baekdong	N ₀	0.85±0.058	0.15±0.010	17.30±0.458
	N ₁	3.50±0.082	0.61±0.010	17.37±0.573
	N ₂	4.20±0.043	0.67±0.015	16.01±0.355
	N ₃	6.70±0.126	0.96±0.013	15.25±0.096
	Mean	3.81±2.406	0.61±0.357	16.48±1.033
Yeongsanbori	N ₀	0.85±0.058	0.16±0.008	18.93±2.078
	N ₁	2.81±0.005	0.54±0.013	19.22±0.368
	N ₂	4.45±0.005	0.64±0.005	14.39±0.405
	N ₃	7.88±0.008	0.95±0.095	12.05±0.413
	Mean	2.75±1.311	0.47±0.339	16.15±3.515
LSD for mean cultivars (5%)		0.048	0.006	0.499
LSD for the mean nitrogen in the same cultivars (5%)		0.089	0.017	1.162
LSD for the mean nitrogen in the different cultivars (5%)		0.090	0.016	1.121

Table 5. Changes in yield and yield components of three naked barley cultivars affected by the different levels of nitrogen application.

Cultivars	Nitrogen level	No. of spike per m ²	No. of grains per spike	Wt. of 1ℓ	Wt. of 1000grain	Yield	Yield index	Harvest index
				g	g	Kg/10a	%	%
Yonezawa	N ₀	130.50	55.04	741.02	22.75	61.75	43.25	62
	N ₁	184.00	75.25	761.53	25.75	142.75	100.00	67
	N ₂	320.25	74.01	745.75	25.75	234.25	164.14	74
	N ₃	318.20	74.22	732.63	23.48	208.42	146.56	70
	Mean	238.24	69.63	745.23	24.43	161.79	113.50	68.25
Baekdong	N ₀	392.52	62.75	797.25	22.75	119.75	39.78	65
	N ₁	432.55	67.52	812.04	27.75	300.50	100.00	64
	N ₂	465.07	64.50	788.01	29.25	302.25	100.43	62
	N ₃	466.36	65.43	763.29	25.49	286.71	95.57	60
	Mean	439.13	65.05	790.15	26.31	252.30	83.95	62.75
Yeongsanbori	N ₀	193.75	60.25	825.50	24.75	123.25	37.15	67
	N ₁	376.75	66.50	792.25	26.38	331.75	100.00	70
	N ₂	412.00	66.25	775.08	28.25	326.25	98.32	70
	N ₃	410.82	67.38	756.93	26.32	301.49	91.17	66
	Mean	348.08	65.10	787.22	26.43	270.69	81.17	68.25
LSD for the mean cultivars (5%)		4.523	0.544	3.636	1.198	2.842	1.496	0.529
LSD for the mean nitrogen in the same cultivars (5%)		6.737	3.452	9.437	1.534	9.231	7.382	3.220
LSD for the mean nitrogen in the different cultivars (5%)		7.357	3.037	8.928	1.782	8.473	8.495	3.836

保를 통한 收量增大의 要訣이 된다고 하였다. 특히 찰성인 요네자와는 倍肥區에서도 倒伏이 전혀 일어나지 않음으로 보아서 穗數 確保를 위한 窒素의 増施가 앞

으로 期待된다.

窒素施用量에 따른 1穗粒數의 變化를 보면 表 5에 서와 같이 요네자와의 普肥區(N₁)에서 75粒으로 가

Table 6. Correlation coefficients estimated between yield and yield components.

	Days to heading (1)	Days to maturity (2)	No. of spike per m ² (3)	No. of grain per spike (4)	Wt. of 1ℓ (5)	Wt. of 1,000 grain (6)	Yield Kg/10a (7)
(1) N ₀		.7837**	-.7079**	-.8546**	-.8687**	-.2931	-.9361**
N ₁		.8348**	-.9111**	.7750**	-.8968**	-.4458	-.8205**
N ₂		.9128**	-.9564**	.8814**	-.9359**	-.7461**	-.6903**
N ₃		.5628*	-.5701*	.5874*	-.7281	-.4235	-.4185
(2) N ₀			-.6469*	-.7245**	-.8402**	-.3282	-.8719**
N ₁			-.9573**	.8665**	-.9496**	-.6139*	-.8721**
N ₂			-.9731**	.9666**	-.9753**	-.8822**	-.8650**
N ₃			-.9378**	.7357**	-.7577**	-.5695	-.9538**
(3) N ₀				.7863**	.4061	-.2479	.6466*
N ₁				-.9192**	.9809	.6409*	.9325**
N ₂				-.9359**	.9868**	.8560**	.8056**
N ₃				-.7587**	.7370**	.5273*	.8430**
(4) N ₀					.7081**	.2568	.8529**
N ₁					-.8515**	-.8220**	-.9687**
N ₂					-.9192**	-.8094**	-.8593**
N ₃					-.8051**	-.3218	-.6475*
(5) N ₀						.6248*	.9541**
N ₁						.5080	.8508**
N ₂						.8883**	.8347**
N ₃						.3914	.6805*
(6) N ₀							.4762
N ₁							.8517**
N ₂							.7591**
N ₃							.6221*

* Significant at 5% level.

** Significant at 1% level.

장 많은 粒數를 確保할 수 있었으나 窒素施用量에 따른 差異는 別로 없었는데 이것은 1穗粒數는 窒素施用量 보다는 品種에 주로 支配된다는 報告⁵¹⁾와 같은 傾向이었다.

千粒重의 變化는 表5에서 보는 바와 같이 요네자와가 千粒重이 24g으로서 가장 가볍고 窒素施用量과 千粒重間에 高度의 聯關性이 認定되었는데 이러한 結果는 Army等³⁾, 咸²³⁾, Mobbs²⁵⁾, Lamb等³⁴⁾, 李⁵⁰⁾와 林³⁸⁾ 등의 報告와 一致하나 窒素施用量을 36kg/10a와 같이 지나치게 많이 施用하였을 境遇, 오히려 千粒重이 減少하는 現象을 보였다.

1ℓ重은 種實의 充實度를 나타내는 것인데 表5에서 보는 바와 같이 白胴, 영산보리, 요네자와의 順으로 ℓ重이 커서 種實이 充實하였고, 3品種 모두 無窒素區(No)와 窒素 3倍肥區(N₃)에서는 粒數가 增

大되어 ℓ重이 減少하였다.

收量과 收量構成要素와의 關係는 表6에 表示하였다. 單位面積當 穗數와 收量과는 高度의 正의 相關을 나타내었으며 收量과 千粒重과도 高度의 正相關을 나타내었다.

3. 光合性 關聯形質과 收量과의 關係

乾物重과 收量과의 關係에서 보면 大體로 乾物重이 增加하면 收量도 增加하는 것으로 알려져 있다.⁵⁶⁾ 그림 4에서 보는 바와 같이 窒素施用量의 增加에 따라 乾物重이 增大하며 收量은 小粒인 영산보리가 높은 것으로 보아서 乾物重과 收量과의 關係는 窒素施用量의 增加에 따라 거의 直線의 增大하나 品種이 가진 特殊性이라고 할 수 있는 粒의 大小에 따라서 그 樣相이 크게 다르다는 點도 表示되었다.

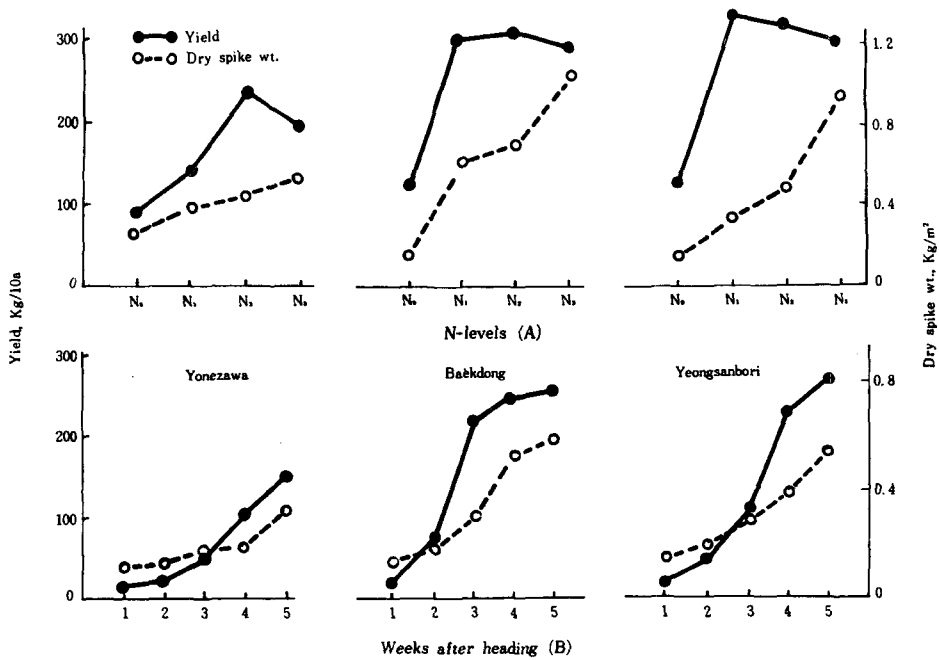


Fig. 4. Changes in dry spike weight and yield after heading (B) and at different nitrogen fertilizer levels (A).

出穂後 成熟이 進展함에 따라 乾物重과 收量の 增加 速度를 보면 收量이 많은 白胴이 出穂後 3週째부터 乾物重이 급격히 增加하였고 收量이 적은 요네자와는 成熟의 進展에 따른 乾物重의 增加에 完만하였다.

麥體 部位別 葉綠素 含量이 收量에 미치는 影響을 究明하기 위하여 穂, 止葉, 止葉鞘, 2葉, 2葉鞘의 葉綠素 含量을 測定比較하였다(그림 5-1, 5-2, 5-3, 5-4, 5-5). 그림 5-1에서 穂에 있어서의 葉綠

素 含量은 요네자와의 3倍肥區(N₃)에서 最高이었는데 收量은 倍肥區(N₂)에서 最高이었다.

그림 5-2에서 보면 窒素施用量의 增加로 止葉의 葉綠素含量이 增大하였는데 특히 白胴의 3倍肥區(N₃)가 最高이었고 요네자와의 白胴은 出穂後 2週째, 영산보리는 出穂後 3週째에 止葉의 葉綠素含量이 最高이었다.

葉綠素 含量과 收量과의 關係는 그림 5-3에서 보는 바와 같이 葉綠素 含量은 窒素施用量을 增加하면

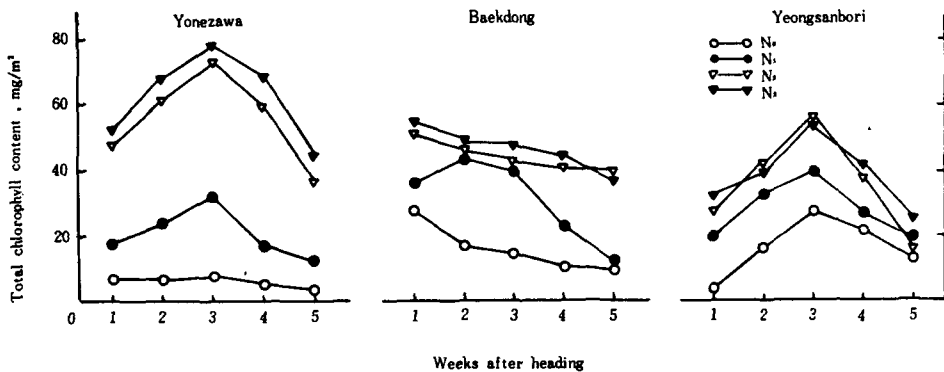


Fig. 5. Change in total chlorophyll content of the spike after heading in three naked barley cultivars.

완전히 增大되지만 요네자와와 白胴은 3 倍肥區(N₃)에서 오히려 減少하였다. 그리고 영산보리는 白胴보다 葉綠素 含量이 낮으면서 收量은 오히려 높았다. 이것은 收量이 單位同化 能力보다는 群落同化能力 즉 葉面積의 展開에 더욱 支配된다는 見解와 一致하는 傾向이었다. 出穗後 成熟이 進展됨에 따른 止葉과

2 葉鞘의 葉綠素 含量 變化를 보면 3 品種 모두 出穗後 3 週 때 最高에 達하여 成熟이 가까울수록 減少하였다.

그림 5-4에서는 2 葉의 葉綠素 含量의 變化를 나타내었다. 2 葉의 葉綠素 含量은 3 品種 共히 止葉보다 1 週程度 낮은 出穗 3 週後에 最高에 達하였다.

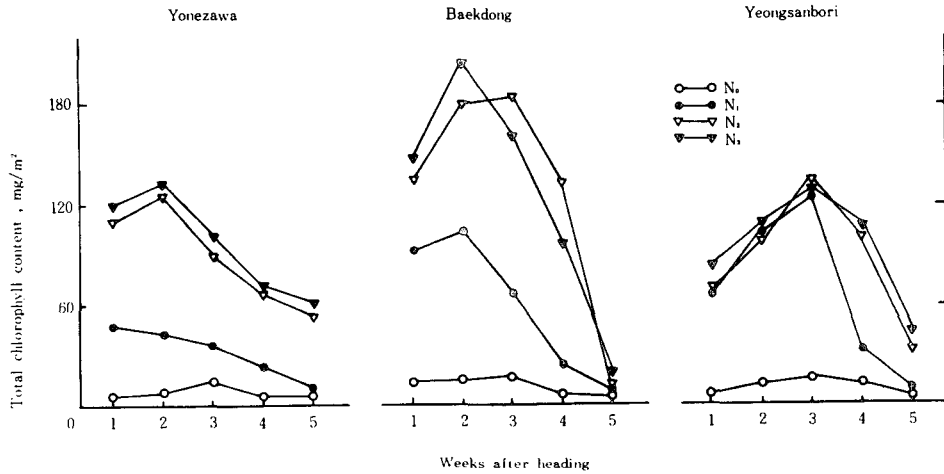


Fig. 5-2. Changes in total chlorophyll content in the flag leaf after heading in three naked barley cultivars.

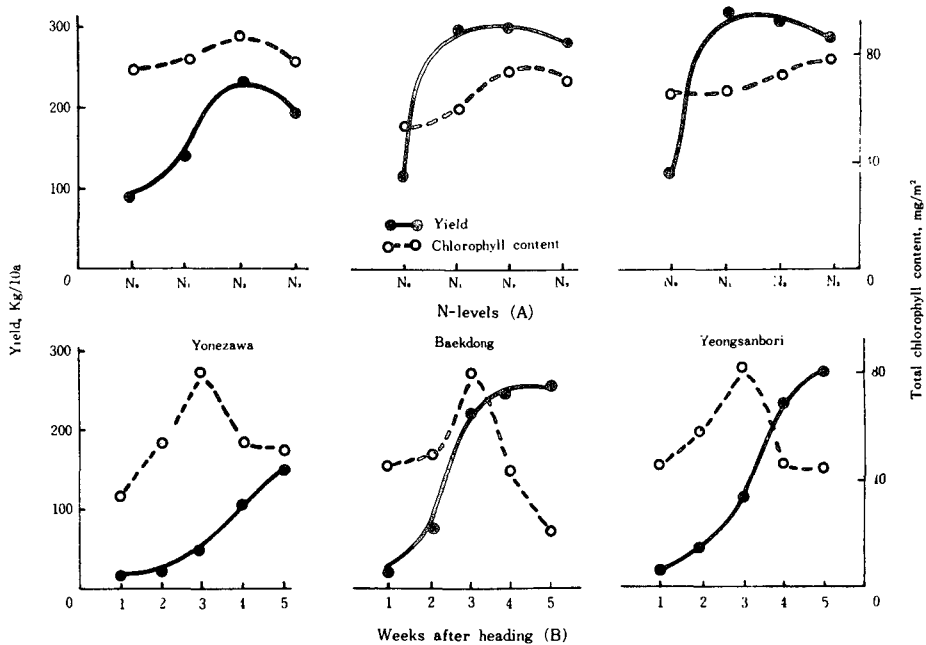


Fig. 5-3. Relationship between total chlorophyll content of first and second leaf sheath and yield at the different nitrogen fertilizer level (A) and their changes (B) after heading

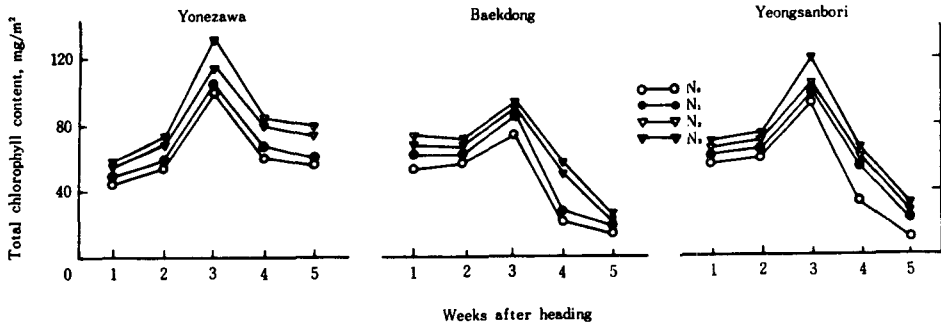


Fig. 5-4. Changes in total chlorophyll content in the second leaf after heading in three naked barley cultivars.

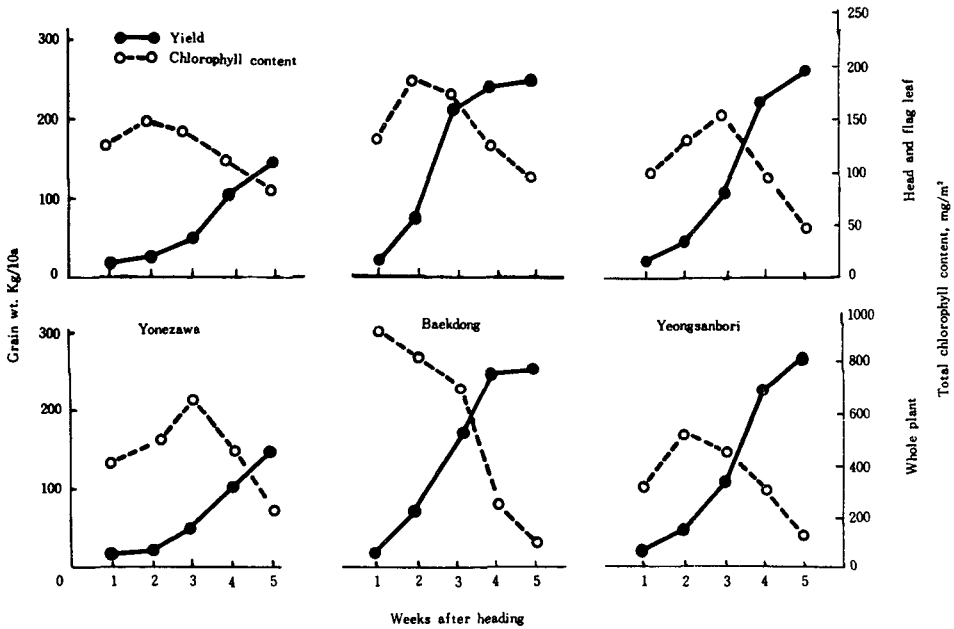


Fig. 5-5. Relationships between total chlorophyll content in whole plant, head and flag leaf and grain weight after heading.

한편 各品種別 麥體 老化速度의 差異를 究明하기 위하여 各部位別 葉綠素 含量의 變化를 調査한 것이 그림 5-5이다. 白胴과 영산보리는 穗와 止葉을 除外한 나머지 部位에서의 葉綠素 含量은 出穗 2週제에 最高에 達하였다가 以後 점차로 減少하는데 穗와 止葉 部分에서의 葉綠素 含量은 3週에서 最高에 達하는 것으로 보아서 下位部位의 葉綠素 消失速度가 요네자와 보다 빨랐다고 볼 수 있다. 그러나 요네자와는 穗와 止葉을 除外한 나머지 部位에서의 葉綠素 含量이 白胴과 영산보리 보다는 늦은 出穗後 3週제에 最高에 達하였다. 특히 穗에서는 出穗後 5週제

까지도 減少의 傾向이 완만하였다. 이러한 結果는 특히 요네자와의 倍肥區(N₂)에서 收量이 增大된 原因의 하나라고 생각한다.

세 品種의 出穗後 成熟이 進展됨에 따른 다섯部位別 葉綠素 含量의 變化는 전반적으로 보아 葉綠素 a가 b보다 2.5~3.0倍가 많이 分布하고 있으며 登熟이 進展됨에 따라 葉綠素 a와 b의 比率이 좁아지는 傾向이다. 이는 消失速度面에서 葉綠素 a가 b보다 빠르다는 것을 시사하는 것 같다. 主要生育環境과 收量과의 關係에서 金等^{3D}은 綠色植物의 葉色露呈 및 變化는 主로 葉綠體 色素系 및 細胞液內 花青素系色

素에 의하여 決定되고 綠色植物의 光合成에는 葉綠素 a 가 必須元素라고 하였고 種, 變種 또는 品種에 따라서도 差異가 있다고 알려져 있으나 大麥品種들에 關한 光合成色素系에 關한 研究^{20, 21, 22, 37, 52}) 는 主로 光合成能力의 差異를 CO₂吸收能力, 葉綠素含量, 氣孔數, 窒素含量 및 活性程度가 部位에 따라 相異하기 때문이라고 하였다. 特히 窒素肥料의 增施에 따른 登熟期間中 麥體의 葉綠素含量의 變化에 關한 報告^{40, 52, 77}) 는 攄문便인데 本 試驗에서는 窒素의 增施에 따라 出穗後 3週까지 葉綠素 含量이 增加하나 그 以後는 減少하는 傾向이었다. 窒素施用量의 差異에 따라서는 刈收하는 葉綠素 含量이 3倍肥區(N₃)에서는 最高였으며 同時에 收量도 最高인 것으로 보아 葉綠素 含量과 收量과는 密接한 關係가 있음을 示唆해 주고 있다. 그리고 止葉이 植物體 部分中에서 收量에 가장 크게 關與한 것으로 나타났으며(그림 6-3), 이는 Makunga 等⁴²), Williams와 Hayes⁷⁵) 및 Williams와 Hayes⁷⁶) 等の 報告와 一致하였고, a가 b의 2.5~3倍에 달하다가 成熟末期로 갈수록 그 幅이 좁아짐을 나타내었다.

綠葉面積과 收量과의 關係에서 窒素施用量의 差異와 出穗後의 綠葉面積의 變化를 그림 6-1, 6-2에

表示하였다. 綠葉面積은 窒素無肥區(No)와 普肥區(N₁)間的 差異는 현저하나 普肥區(N₁), 倍肥區(N₂)와 3倍肥區(N₃)間에는 두드러진 차가 없었다. 窒素倍肥區(N₂)까지 收量이 增加된 刈收자와를 除外하고는 倍肥區(N₂), 3倍肥區(N₃)에서 綠葉面積은 增大되어도 收量의 增加는 볼 수 없었다(表 5).

葉面積은 出穗後 3週까지 계속 增加된 것으로 보아(그림 6-1) 有效綠葉의 葉綠素 濃도가 이러한 現象을 유발하는 原因인 것으로 思料되나 이 點은 앞으로 究明되어야 하리라 본다. 세 品種 모두 出穗 1週後부터 4週까지 綠葉面積은 계속적으로 減少하였다. 白胴과 영산보리는 刈收자와에 比하여 平均收量이 많은데 그 理由中의 하나가 出穗 直後의 充分한 綠葉面積의 確保가 아닌가 생각된다. 反對로 收量이 적은 刈收자와는 出穗 直後의 綠葉面積도 적었다. 大麥에 있어서는 收量構成要素中 穗數가 收量에 미치는 影響이 크며 特히 止葉의 面積 및 葉綠素의 持續期間은 登熟率의 向上과 密接한 關係가 있다. 遺傳的으로나 生理的으로 穗數가 많은 品種이 止葉의 葉綠素含量이 많아야 할 根據는 없으나 本 試驗에 供試된 品種들은 穗數나 止葉의 葉綠素含量間에 高度의 有意性이 있는 相關關係를 보여주어 收量의 增加가 이러한

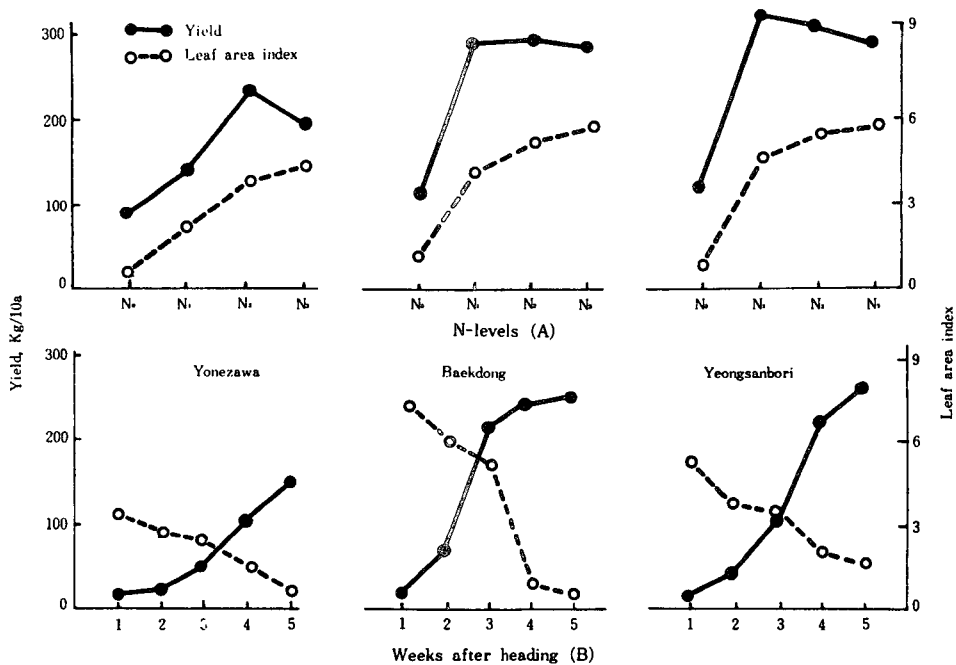


Fig. 6-1. Relationships between green leaf area after heading and grain yield at the different nitrogen fertilizer levels(A) and their changes (B).

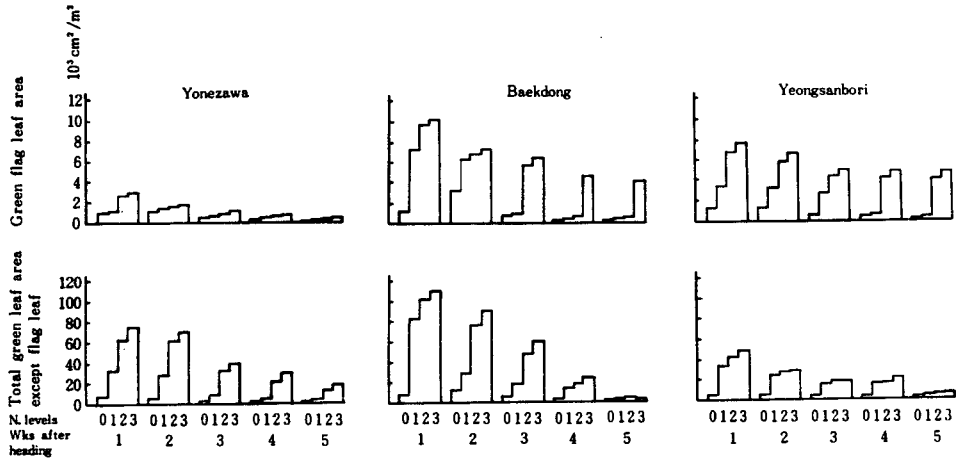


Fig. 6-2. Changes in green flag area and plant leaves except flag at different growth stages.

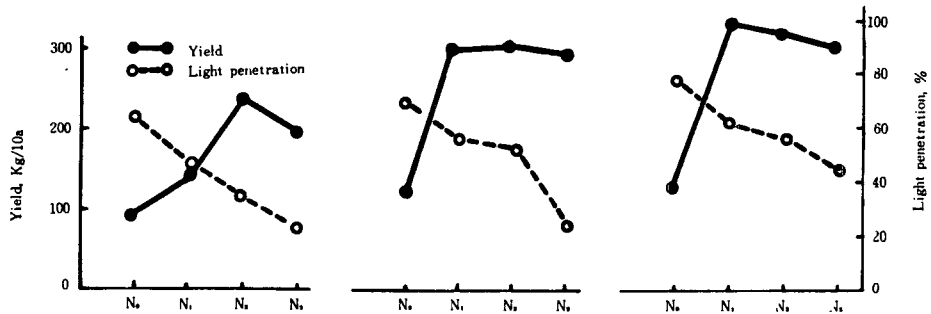


Fig. 7-1. Relationships between light penetration and yield under the different N-supply.

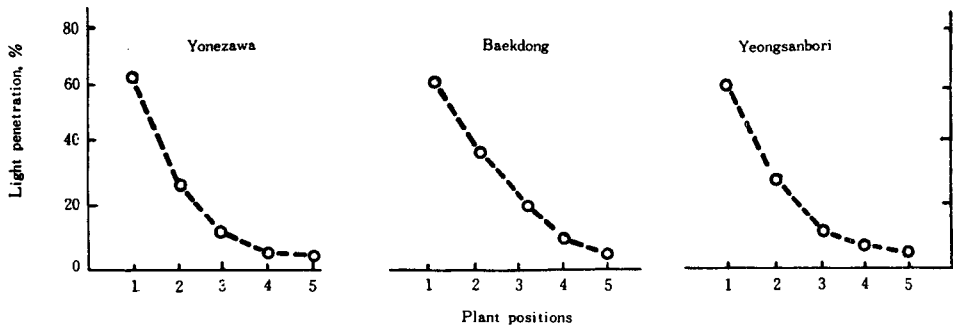


Fig. 7-2. Relationships between light penetration and yield measured at noon in respective weeks after heading at the various plant positions : spike(1), flag leaf (2), flag leaf sheath (3), second leaf (4) and second leaf sheath (5).

形質들의 交互作用에 의하여 이루어진 것으로 보이며 이것은 供試品種을 育成할 때 이러한 方向으로 選拔되어진 結果에 의한 것이 아닌가 생각된다. Watson⁷²⁾는 多收穫을 위해서는 우선 充分한 葉面積이 確保되어야 한다고 하였으며 이렇게 하기 위하여서는 均等

配置에서만 可能하다고 하였으며 Iwaki等²⁷⁾, 武田^{62, 63)} 등은 品種間 差異가 현저하며 Thorne^{65, 66)}은 窒素施用이 早期에 행하여지면 葉面積이 增大하여 光合成의 效率을 增大시켜 收量을 增大할 수 있다고 하였으며 葉面積指數, 葉의 色素價에 따라 分蘖數나

葉色이 달라지는 것은 窒素肥料라 하였다.

受光態勢와 收量과의 關係를 그림 7-1, 7-2에 表示하였다. 窒素施用量の 增加에 따른 出穗期の 正午에 止葉에 日射되는 日射量의 差異를 比較하였는 바 窒素施用量이 增加할수록 受光量이 減少함을 볼 수 있는데 이러한 것은 止葉에서의 反射率과 2葉과 3葉과의 群落狀態가 조밀하기 때문인 것으로 생각되며 品種間에도 受光量이 減少하는 程度가 다른데 綠葉面積을 지속적으로 유지하는 요네자와에서 出穗後 成熟이 進展됨에 따라 受光量이 減少하였다. 그리고 세 品種 모두 窒素 3倍肥區(N₃)에서는 生育이 좋지 못한 반면 受光量은 오히려 增大하였다.

摘 要

本 試驗에서는 窒素肥料를 增施하였을 때 收量を 支配하는 生体構成의 根源의 要素라 할 수 있는 麥體 葉綠素 含量, 綠葉面積 및 群落狀態에서의 受光態勢 등 生育條件이 出穗後 登熟期間中 어떻게 變化하는가를 把握하고 그에 따라 收量構成 要素와 收量이 어떻게 變化하는가를 究明하기 위하여 稈麥 品種中 찰성인 요네자와와 메성이며 大粒인 白胴과 小粒인 영산보리를 材料로 窒素施用量을 달리하여 遂行한 試驗에서 얻은 몇가지 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 生育特性的 變化를 보면 窒素肥料를 增施할수록 出穗, 成熟期가 늦어지는 傾向이며 요네자와가 다른 두 品種보다 出穗期가 2~3日, 成熟期는 6~7日 늦었다. 長稈인 白胴이나 영산보리보다 短稈인 요네자와가 多肥條件에서도 倒伏되지 않는 耐倒伏性 品種이었다.

2. 收量은 窒素水準에 關係없이 穗數와 千粒重에 의하여 크게 影響을 받는 것으로 보였다. 出穗後 登熟이 進行됨에 따른 乾物重과 收量의 增加 速度는 多收性인 白胴이 가장 빨랐다. 한편 白胴은 出穗後 3週째부터 乾物重이 급격히 增加하였고 收量이 적은 요네자와는 成熟이 進展함에 따라 乾物重의 增加가 완만하였다. 요네자와는 倍肥區(N₂)에서 234 kg/10a, 白胴은 倍肥區(N₂)에서 302 kg/10a 그리고 영산보리는 普肥區(N₁)에서 332 kg/10a의 最大 收量을 各 各 確保할 수 있었다.

3. 出穗 直後의 充分한 葉面積 確保와 窒素增施에 의한 葉綠素 含量의 增加가 增收의 要訣로 보였다. 3倍肥區(N₃)에서는 모든 品種이 成熟에 가까와서도 지나치게 잎이 무성하여 倍肥區(N₂)보다 收量이 減

少하였다.

引 用 文 獻

1. Aase, J. K. (1978) Relationship between leaf area and dry matter in winter wheat. *Agronomy J.* 70: 563-564.
2. Arnon, D. I. (1949) Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol.* 24: 1-15.
3. Arny, A. C. and R. J. Garber (1918) Variations and correlation in wheat with special reference to weight of seed plant. *J. Agric.* 14: 359-392.
4. Atkins, R. E. and M. J. Norris (1952) The influence of awns on yield and certain morphological characters of wheat. *Agron. J.* 47 (5): 218-220.
5. Bayees, B. R. and J. F. Martin (1939) Growth habit and yield in wheat as influenced by time of seeding. *J. Agr. Res.* 42: 482-500.
6. Bjorkman, O. (1968) Further studies on differentiation of photosynthetic properties in sun and shade ecotypes of *Solidago virgaurea*. *Physiol. Plant.* 21: 84-99.
7. Burns, G. R., D. R. Boulbin, and C. A. Black (1963) A possible cause of sigmoid yield of phosphorus curves. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 27: 715-716.
8. 趙載英 (1970) 麥類機械化 適應 栽培樣式과 適應品種의 生態에 關한 研究, 韓作誌 8: 17-29.
9. 曹章煥 (1974) 麥類 品種의 早熟化와 省力栽培, 韓作誌 16: 59-75.
10. 曹章煥·金泳相·咸泳秀·柳益相 (1972) 大小麥 幼穗分化 및 發育過程에 關한 研究 II, 地域에 따른 大小麥 幼穗分化 및 發育程度와 肥培管理에 對한 考察, 韓作誌 4: 81-88.
11. 曹章煥·河龍雄·洪丙燾·朴文植 (1973) 麥類 Drill 播栽培에 關한 研究 I, 栽培法의 差異가 밀의 生育, 收量 및 所要 勞動力에 미치는 影響, 農試研報 15: 95-98.
12. 曹章煥·河龍雄·洪丙燾·朴文植 (1973) 麥類 Drill 播栽培에 關한 研究 II, 施肥量 및 播種量의 差異가 麥類 Drill 播栽培의 生育 및 收量에 미치는 影響, 農試研報 15: 99-105.

13. 崔重鉉·趙載英(1976) 施肥量과 播種量의 變動에 따른 麥類收量 構成要素의 變異. 韓作誌 21 (2) : 233-249.
14. Colwell, W. E. (1946) Studies on the effect of nitrogen, phosphorus, and potash on the yield of corn and wheat in Mexico. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 11 : 332-340.
15. Cook, R. L. and W. D. Baten(1938) The effect of fertilizer on the length of winter wheat head. J. Amer. Soc. of Agron. 30 : 735-742.
16. Dale, J. E., G. M. Felipe and G. M. Fletcher(1972a) Effects of shading the first leaf of growth of barley plants I. Long-term experiments. Ann. Bot. 36 : 389-395.
17. _____, _____, and _____ (1972b) Effects of shading the first leaf on growth of barley plants II. Effects on photosynthesis. Ann. Bot. 36 : 397-409.
18. Denhartog, G. T. and J. W. Lambert(1953) The relationship between certain agronomic malting quality characters of barley. Agron. J. 45 : 203-212.
19. Dunham, R. S. (1938) Growth and yield in wheat, oats, flax and corn as related environment. J. of Amer. Soc. of Agron. 30 : 389-908.
20. Evans, L. T. and H. M. Rawson(1970) Photosynthesis and respiration by the flag leaf and components of the ear during grain development in wheat. Aust. J. Biol. Sci. 23 : 245-254.
21. _____, J. Bingham, P. Jackson, and J. Sutherland(1972) Effect of awns and drought on the supply of photosynthesis and its distribution with in wheat ears. Ann. Appl. Boil 70 : 67-76.
22. Grundbacher, F. J. (1963) The physiological function of the cereal awn. The Botanical Review. 29 : 366-381.
23. 咸泳秀(1974) 環境變動에 따른 硬軟質小麥의 登熟 및 品質變化에 관한 研究. 韓作誌 17:1-44.
24. Hiscox, J. D. and G. F. Israelstam(1979) A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. Can. J. Bot. 57 : 1332-1334.
25. Hobbs, J. A. (1953) The effect of spring nitrogen fertilization on plant characteristics of winter wheats. Soil. Amer. Proc. 17 : 39-42.
26. Hsu, P. and P. D. Walton(1971) Relationships between yield and its components and structures above the flag leaf node in spring wheat. Crop Sci. 11 : 190-193.
27. Iwaki, H. G. Takeba and T. Udagawa(1976) Ecological studies on the photosynthesis of winter cereals II. photosynthesis of wheat and rye plant under field conditions. Crop Sci. Soc. Japan 45 : 32-39.
28. Johnson, V. A. (1953) Environmental factors affecting plant height in winter wheat. Agron. J. 45 : 505-508.
29. Kester, E. B., H. C. LuKens, R. E. Ferrel, A. Mohammad and D. C. Finsoc(1962) Influences of maturity on properties of western rices. American Association of Cereal Chem. 40 : 323-336.
30. Khalifa, M. A. (1973) Effects of nitrogen on leaf area index, leaf area duration, net assimilation rate, and yield of wheat. Agronomy J. 65 : 253-256.
31. 金柱憲·權容雄(1977) 水稻速綠品種들의 葉綠素 色素系 組成 및 그와 花青素 含量的 登熟期間中 變化. 서울大 農學研究 2 (2) : 15-28.
32. 김석동·하용웅·장석환·유용환(1980) 麥類發芽에 관한 研究. 1980年度 韓作誌 春季學術研究 發表要旨 : 19.
33. 小池(1962) 多條播の施肥位置に關する發芽の比較. 作物大系. 麥類編(麥の栽培) 10.
34. Lamb, C. A. and R. M. Salter(1936) Response of wheat varieties to different fertility levels. J. of Agri. Res. 53 : 129-143.
35. 李弘柘·曹章煥(1973) 栽培條件에 따른 麥稈의 形態的 및 物理的 特性 變化에 관한 研究. 韓作誌 14 : 117-121.
36. _____·李殷雄·李英鎬(1975) 보리의 安全增收을 위한 窒素肥料의 效率的 利用에 관한 研究. 韓作誌 20 : 152-162.
37. 李康世(1981) 大麥의 登熟期에 있어서 葉身 및 이삭의 光合成 能力에 관한 研究. 農試研報 23

- (作物) : 1-25.
38. 林炳琦(1976) 大麥의 播種藥式 및 播種密度가 몇가지 栽培條件下에서의 收量 및 主要實用形質에 미치는 影響. 韓作誌 21 (1) : 137-180.
 39. Loebis, R. E. and A. E. Lang(1967) Nitrogen effect on leaf area, yield and nitrogen uptake of barley under moisture stress. *Agron. J.* 59 : 219-222.
 40. Lupton, F. G. H. (1966) Translocation of photosynthetic assimilates in wheat. *Ann. Appl. Biol.* 57 : 355-364.
 41. _____ (1968) The analysis of grain in yield of wheat in term of photosynthetic ability and efficiency of translocation. *Ann. Appl. Biol.* 61 : 109-119.
 42. Makunga, O. H. D., I. Pearman, S. M., Thomas and G. N. Thorne(1978) Distribution of photosynthate produced before and after anthesis in tall and semi-dwarf winter wheat. as affected by nitrogen fertiliser. *Ann. Appl. Biol.* 88 : 429-437.
 43. Middleton, G. K., T. T. Hubert and C. F. Murphy (1964) Effect of seeding rate and row width on components of yield in winter barley. *Agron. J.* 56 : 307-308.
 44. Mikesell, M. E. and G. M. Paulsen(1971) Nitrogen translocation and the role of individual leaves in protein accumulation in wheat grain. *Crop Sci.* 11 : 919-922.
 45. 村田吉男(1947) 水稻品種의 光合成能의 性. 農業技術 12 : 460-462.
 46. Murata, Y. (1961) Studies on the photosynthesis of rice plants and its culture significance. *Bull. Nat. Insti. Agr. D.* 9 : 1-170.
 47. Noda, K., T. Kumamoto, K. Ibaragi and T. Kimura(1958) Effects of shading on the physiological qualities of wheat and barley plants. *Bull. Kyushu Agr. Expt. Station* 4 (2) : 245-260.
 48. 岡島秀夫・本田強(1965) 部分遮光と水稻の窒素利用. 東北大農研報 17 : 1-15.
 49. Oritami, T., T. Enbutsu and R. Yoshida(1979) Studies on nitrogen metabolism in crop plants. XVI. Changes in photosynthesis and nitrogen metabolism in relation to leaf area growth of several rice varieties, *Japan Jour. Crop Sci.* 48 (1) : 10-16.
 50. Ota, Y., N. Yamada, S. Kami, K. Tajima and K. Funayama(1958) Studies on ripening of rice (2). Effect of shading treatment on the ripening. *Proc. Crop Sci. Japan* 27 (2) : 196-200.
 51. 朴正潤(1975) 大麥의 收量 및 收量構成要素에 關한 解析的 研究. 韓作誌 18 : 88-123.
 52. Patterson, T. G. and D. N. Moss(1979) Senescence in field-grown wheat. *Crop Sci.* 19 (5) : 635-640.
 53. Pendleton, J. W., A. L. Lang and G. H. Dungan(1953) Response of spring barley varieties to different fertilizer treatment and seasonal growing conditions. *Agron. J.* 45 : 529-532.
 54. _____ and G. H. Dungen(1960) The effect of seeding rate and rate of nitrogen application on winter wheat varieties with different characteristics. *Agron. J.* 52 : 310-312.
 55. _____, _____ and R. O. Weibel(1965) Shading studies on winter wheat. *Agron. J.* 57 : 292-293.
 56. Rankin, W. H. (1946) Effect of nitrogen supplied at various stages of growth on the development of the wheat plant. *Soil Soc. of Amer. Proc.* 11 : 384-387.
 57. Salt, G. A. (1955) Effects of nitrogen applied at different dates and of other cultural treatments on eyespot, lodging and yield of winter wheat. *J. Agr. Sci.* 46 : 407-416.
 58. Salter, R. M. (1938) Method of applying fertilizers yearbook of U. S. Dept. of Agr. (Soils and Man) : 546-562.
 59. 佐藤孝夫・桐原三好・少田日出夫(1958) 高冷地に於ける小麥の生育と收量とに關する研究 第1報. 收量構成要素からみた高冷地小麥の特異性. *日作紀* 27 : 397-398.
 60. Singh, O. N. and Mahatin Singh(1979) Effect of rates of nitrogen and varieties on nitrogen-use in dwarf wheat. *Japan. J. Crop Sci.* 48 (2) : 279-282.

61. 菅原哲二郎・村田決夫・吉川雅夫(1958) 麥類の登熟期における同化器官が子實生産に及ぼす影響について(II). 日作紀 27 : 391-392.
62. 武田元吉(1976) 麥類の光合成に関する生態學的研究 第1報. 登熟期に於ける2條オオムギの成の日變化. 日作紀 45 : 17-24.
63. Takeda, G. and Teketoshi Udagawa(1976) Ecological studies on the photosynthesis of winter cereals III. Changes of the photosynthetic ability of various organs with growth. *Crop Sci. Soc. Japan.* 45 : 357-368.
64. _____ (1978) Photosynthesis and dry matter reproduction system in winter cereals. *Bull. Nat. Inst. Agr. Sci., Ser. D.* 29 : 1-65.
65. Thorne, G. N. (1959) Photosynthesis of lamina and sheath of barley leaves. *Ann. Bot. N. S.* 23 : 365-370.
66. _____ (1963) Varietal differences in photosynthesis of ear leaves of barley. *Ann. Bot. N. S.* 27 : 155-174.
67. _____ (1965) Photosynthesis ears and flag leaves of wheat and barley. *Annals of Botany, N. S.* 29(115) : 317-329.
68. Tingle, J. N., D. G. Farris and D. P. Ormrod(1970) Effects of temperature, light and variety in controlled environments on floret number and fertility in barley. *Crop Sci.* 10 : 26-28.
69. Tokimasa, F. and M. Suetomi(1958) Studies on the harm by shading on wheat and barley plants VI. $\text{NH}_4\text{-N}$ absorption under various shading conditions-especially the effects of previous treatments with shading. *Proc. Crop. Sci. Japan* 27(2) : 273-274.
70. 時政文雄・末富正啓(1959) 麥類の耐陰性に関する研究Ⅷ. 時期別 日陰が生育芝の收穫物に及ぼす影響. 日作紀, 28 : 219-221.
71. Watson, D. J. and A. G. Norman(1939) Photosynthesis in the ear of barley and the movement of nitrogen into the ear. *J. Agr. Sci.* 29 : 321-346.
72. _____ (1952) The physiological basis of variation in yield. *Advances in Agron.* 4 : 101-145.
73. Willey, R. W., and R. Holliday(1976b) Plant population, shading and thinning studies on wheat. *J. Agric. Sci. Camb.* 77:453-461.
74. Williams, B. C. and F. W. Smith(1954) The effects of different rates, times, and methods of application of various fertilizer combinations on the yield and quality of hard red winter wheat. *Soil of Amer. Proc.* 18 : 56-60.
75. Williams, R. H., and J. D. Hayes(1977) The breeding implications of studies on yield and its components in contrasting genotypes of spring barley. *Cereal Research Communications* 5(2) : 113-118.
76. _____ and _____ (1979) Relationship between photosynthetic area and other growth attributes with grain yield in 6-and 2-row barley genotypes. *Ann. Appl. Biol.* 91 : 391-395.
77. 延圭復・太田保夫(1973) 水稻葉の葉部位別 葉綠素含量と切斷葉片の葉綠素 保持力の生育に伴ふ消長. 日作紀 42(1) : 6-12.