

水稻의 登熟向上을 爲한 栽培法

安 壽 奉
作物試驗場

The possibility of increasing the ripening of rice grains
by improving management practices.

Su Bong AHN
Crop Experiment Station, Suwon, Korea

緒 言

水稻의 登熟이란 受容器官인 穎花속에 內容物質이 充填되는 現象을 말하는바 穀粒의 크기를 一次의으로 規制하는 韌穀의 크기는 밀이나 보리와는 달리 여러 條件下에서도 比較的 그 變異의 幅이 적으므로 單位面積當 同化產物의 收容能力은 大體로 穎花의 數에 依해 決定된다. 그리고 充填內容物質은 主로 炭水化合物로 構成되며 그 量의 多寡는 곧 登熟의 良否에 影響한다. 즉 穎花數가 充填物量보다 적으면 穎花數가 收量制限因子가 되고 이와 反對로 充填物이 穎花數보다 적으면 炭水化合物量이 收量を 制限하게 된다.

그런데 多收穫을 爲하여는 많은 穎花와 높은 登熟率이 반듯이 必要한데 많은 穎花數確保를 爲하여는 肥料增施, 密植 및 早植等 栽培法이 效果的인인 認定되고 있으나 이들 條件은 흔히 倒伏과 病蟲害를 誘發하고 아울러 登熟率을 顯著히 低下시켜 期待收量を 올리지 못하게 하는 境遇가 많으므로 登熟向上은 多收穫의 關鍵이 되고있다. 따라서 여기서는 筆者가 實施한 試驗結果를 中心으로 登熟에 關與하는 要因 分析和 登熟을 向上시키기 爲한 實用的方案을 記述하였다.

登熟率과 收量과의 關係

最近 全國의으로 水稻作況에 關한 細密한 分析調査가 遂行된바 그結果에 依하면 아직도 普通栽培에

서는 많은 境遇에 있어서 出穗期의 地上部乾物重과 玄米收量間에 密接한 相關을 나타내고 있다. 出穗期의 地上部乾物重은 그때까지 生成累積된 乾物의 合計이며 大略 出穗期 또는 登熟期間의 群落의 繁茂度를 表示하는데 圖1에 表示된 例는 水原에서 遂行한 施肥量과 栽植密度에 關한 試驗結果로서 收量은 登熟率보다도 出穗期의 地上部乾物重과 보다 密接한 正相關을 나타내고 있다. 그러나 10a 當 玄米 500kg 以上을 내는 多肥密植條件에서는 登熟率과 收量間에 比較的 높은 正의 相關이 있음이 認定된다.

한편 水原에서 遂行된 栽培時期에 關한 試驗結果를 圖2에서 살펴보면 收量은 出穗期의 地上部乾物重보다 登熟率과 더 密接한 相關이 엿보이며 特히 晚植의 境遇에는 登熟의 良否에 收량이 左右되고 있다.

以上과 같이 收量制限要因이 서로 어긋남에 對하여는 이들의 試驗條件을 分析한 結果 出穗期의 地上部乾物重과 登熟率은 收量에 對하여 相互補充의 關係에 있음을 認定할 수 있었다. 즉 兩者中 어느 한쪽이 收량과 密接한 相關이 있으면 나머지 한쪽과는 相關이 엿보이지 않게된다.

그러나 圖1 및 圖2에서 보는 바와같이 이 兩要因 즉 出穗期의 地上部乾物重과 登熟率의 積은 收량과 密接한 相關이 있고 이러한 相關은 거의 모든 試驗結果에서 認定되므로 水稻의 收量差異는 登熟率과 出穗期의 地上部乾物重의 差異에 起因된다고 할 수 있다.

要컨데 登熟率이 收量制限因子로서 重要度を 더하는 것은 우리나라에 있어서는 多肥密植時와 晚植時의 두 境遇이며 前者의 境遇에는 水稻群落의 繁茂度

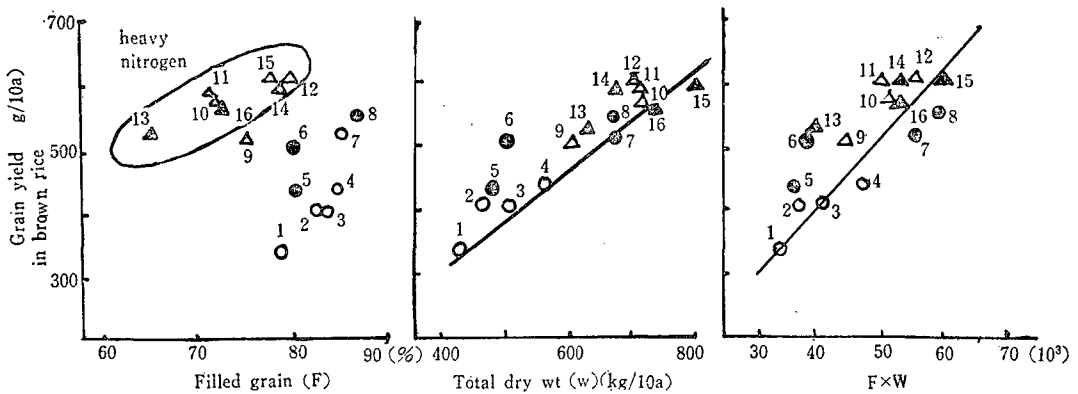


Fig 1. Relationships of the percentage of filled grains and the total dry weight of the top at heading stage to grain yield. Field experiment concerning fertilizer level and planting spacing conducted at crop experiment station, suwon in 1972

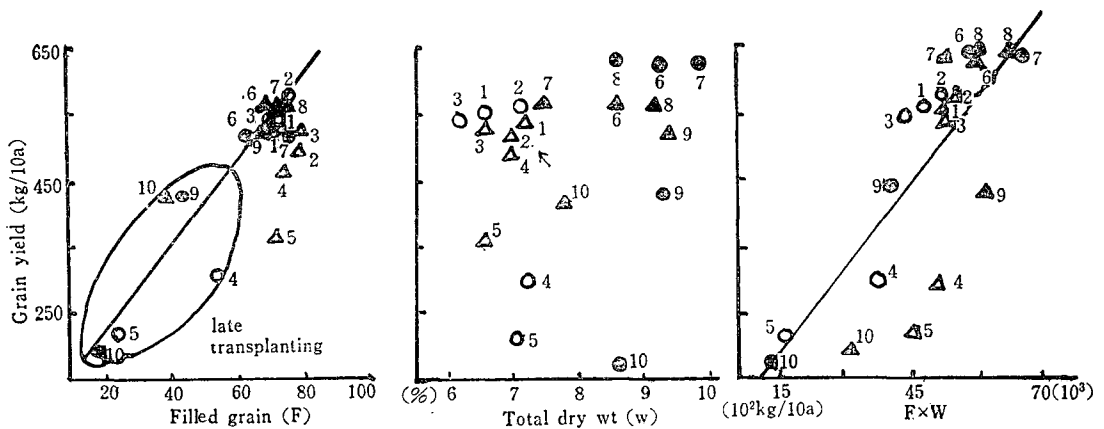


Fig 2. Relationships of the percentage of filled grains and the total dry weight of the top at heading stage to grain yield. Field experiment concerning transplanting date conducted at Crop Experiment Station in 1972.

가增加할수록登熟率은比例해서떨어지기쉬우며後者의境遇에는登熟期에氣溫이比較的急激히下降하므로品種에따라서는登熟作用이沮害받기때문인것으로보인다.

登熟에關與하는要因

登熟率이란總穎花數에對한完全登熟粒의比率을말하므로登熟率을左右하는것은이들의形成에關係하게되는것즉不稔粒,穎花의數와크기,炭素同化作用및同化生産物의轉流에關與하는內的및外的要因들이라고볼수있다.이들要因中不稔粒은登熟率에對하여負의關係가있으며單位面積當穎花數도圖3에서보는바와같이一般的으로負의相關이있고,同化生産物量특히出穗後의同化生産物量은圖4와같이收量및登熟率과高度의正相關이있으며同化生産物의轉流는旺盛할수록登熟에좋은影響을미치는바表1에서와같이環境條件또는品

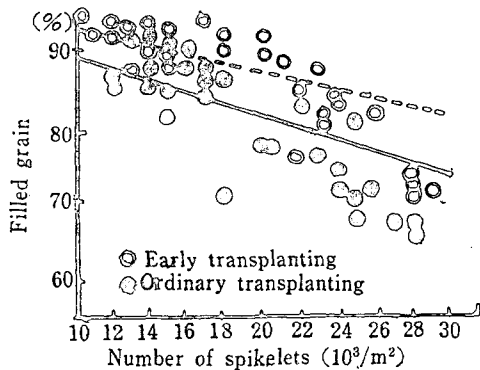


Fig 3. Correlations between number of spikelets and percentage of filled grain of Jinheung variety grown under early transplanting culture and Ordinary Culture, 1972.

Table 1. Effect of temperature during yield producing stage on the harvest index of Tongil variety, Suwon in 1972.

Heading date	Mean air temperature (°C)	Harvest index (%)
8.19	22.7	56
8.28	21.1	54
9.7	19.0	37

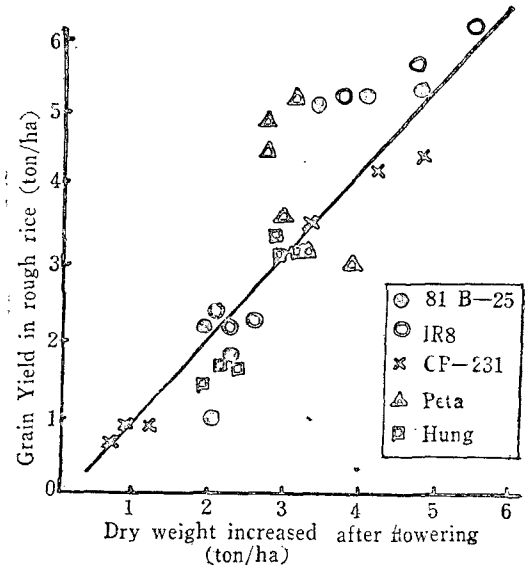


Fig 4. Relationship between the dry weight increased after flowering and grain yield of five varieties under three nitrogen level and two spacing, IRRI, 1966 wet season (after the data of Ahn et al)

種에 따라 差異가 있게 된다.

그런데 지금까지 實施된 많은 生理生態의 研究의 結果에서 水稻의 登熟率을 決定지우는 要因과 그에 關與하는 內的및 外的 要因들을 圖5와 같이 要約할 수 있을 것이다. 즉 不稔粒에 對하여는 品種의 遺傳的인 不稔性과 低溫下에서의 花粉形成, 開葯및 花粉管伸長障害와 倒伏및 病害蟲抵抗性, 그리고 室素同化能力差異 등이 關與하며, 單位面積當 穎花數에 對하여는 出穗期의 葉面積과 그때까지 吸收한 室素量및 高次分藥 등이 密接한 關係를 가진다. 한便 出穗後의 同化生産物量은 登熟期間의 葉面積과 單位葉面積當 同化能力, 受光量, 營養狀態및 根活力이 크고, 그리고 呼吸消耗는 적을수록 많으며 同化器官으로부터 이삭까지의 同化産物轉流에는 稈 또는 枝梗內的 通導組織의 機能과 胚乳內的 澱粉轉化酵素活力의 크기와 持續期間 등이 關與한다하며 이들 內的 要因은 氣象環境 特히 氣溫 및 日射量과 透水性, 有害物發生과 같은 土壤條件 등의 外的 要因의 影響을 크게 받는다. 以上에서와 같이 여러가지 要因들에 依해 規制되는 穎花數와 炭素同化作用 및 同化産物轉流의 三者間에는 分離할 수 없는 密接하고도 複雜한 相互依存關係가 存在함이 認識되고 있다.

登熟向上을 爲한 栽培法

品種: 比較的 少肥條件下에서 登熟率을 向上시키

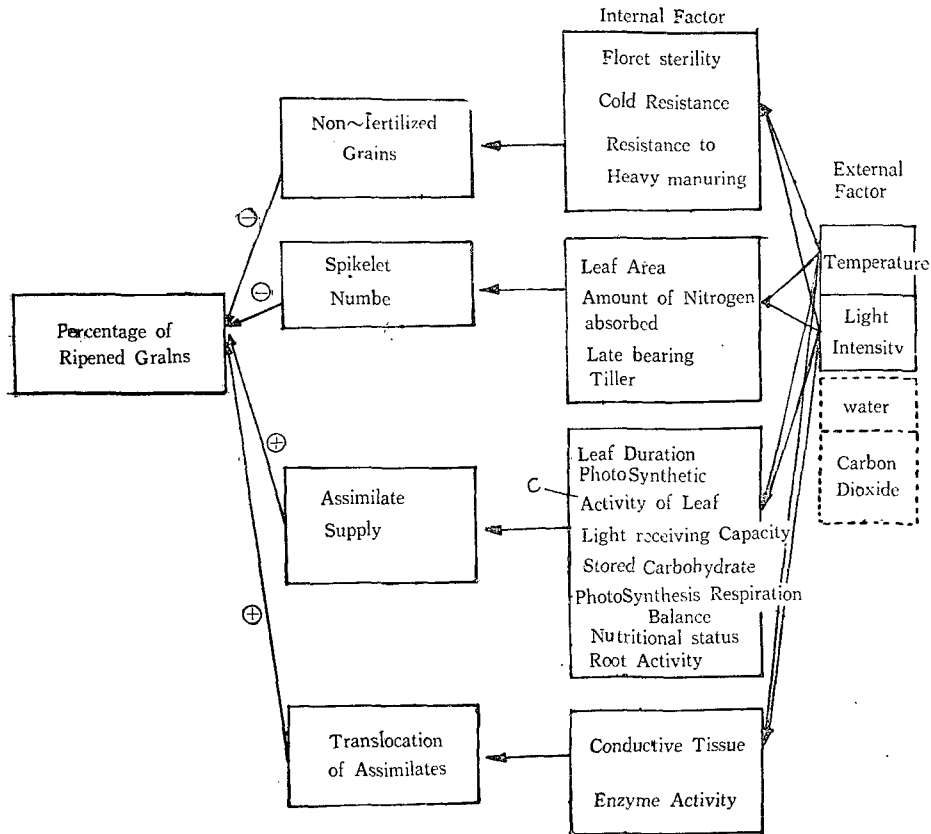


Fig 5. Factors in relation to Ripening

기는 現存品種으로도 어렵지않으나 多收穫을 目的으로 하는 多肥栽培에서는 目標收量에 必要한 많은 穎花數를 確保하고도 登熟率을 相當히 높은 水準으로 維持시켜야 할것이므로, 좋은 同化態勢을 오래 維持할 수 있고 生産效率이 높은 品種이라야 合當할 것이다. 優先 多肥條件에서 倒伏되지않고 病害虫에 強하고 窒素代謝能力이 높은 特性을 지니고 低溫下에서도 同化轉流作用이 阻害받지 않아야 할것이다. 그리고 密植下에서도 表2에서 보는 통일과 같이 生育抑制가 적고 適應度가 높아야하며 短期間內에 均一하게 出穗하는 性質을 具備하는 것이 必要한 條件이 될 것이다.

Table. 2. The plasticity of rice varieties in response to spacing, Suwon in 1972.

Variety	18×18cm spacing	100×100cm	Plasticity index ('A/A)
	Grain (g/hill) (A)	Grain(g/hill) (A')	
Jinheung	14.4	104	7.2
Tongil	17.7	84	4.8

그외에 既往의 品種들은 多收에 必要한 많은 穎花를 附着하던 大體로 登熟率이 低下하고 圖6에서 보는바와 같이 最適葉面積이 存在하며 그以上에서는 乾物重增加率이 減少하는 것이 普通이나 改良된 草型

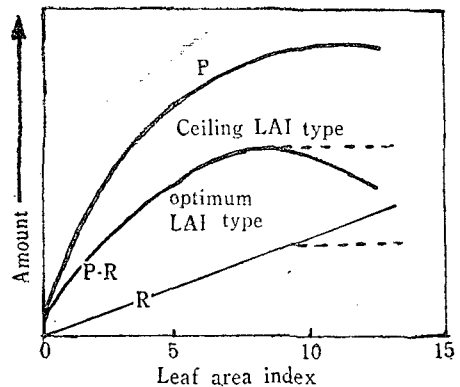


Fig. 6. Schematic explanation of optimum LAI and ceiling LAI. (P=photosynthesis, R=respiration. after the data of Tanaka)

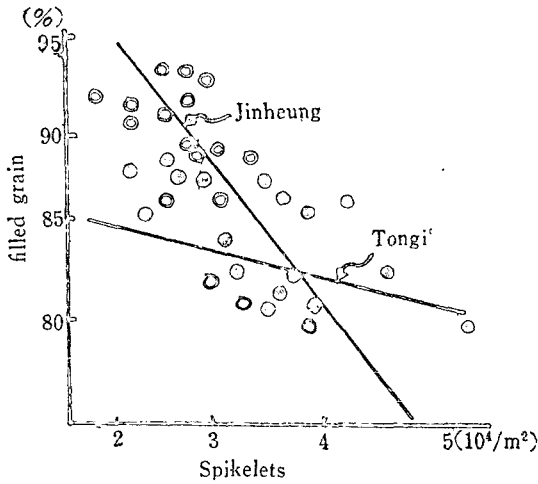


Fig. 7. Relationship between spikelet numbers per square meter and the percentage of filled grains of two varieties. Field experiment concerning fertilizer level and planting spacing, suwon in 1973.

을 갖인品種들은 限界葉面積을 갖이고 그以上에서는 同化量減少에 따라 呼吸量을 調節하여 乾物重增加率을 一定하게 維持하는 性質이 있는데 이러한 品種들은 圖7 및 圖8에서 보는바와같이 10a當 600~700kg의 玄米收量에 必要한 많은 穎花를 確保하고도 登熟率이 거의 一定하거나 低下度가 적은 傾向이다.

다음에 改良品種은 受光態勢가 良好하여야 하는데 같은 葉面積을 갖이고도 純同化率이 높아야하며 이러한 例를 圖9에서 볼수 있다. 또한 上位葉일수

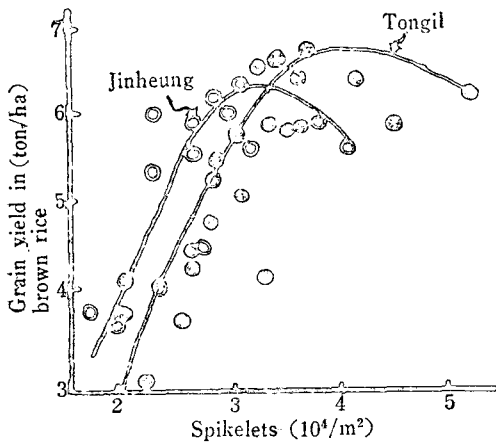


Fig. 8 Relationship between spikelet number and grain yield of the varieties, Suwon, 1973

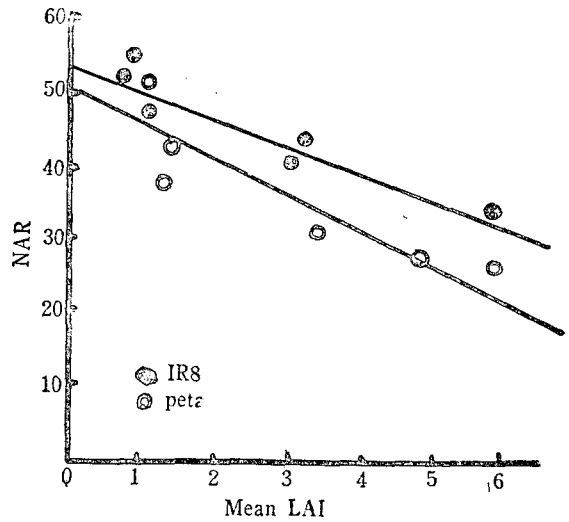


Fig. 9. Relationship between assimilation rate and mean leaf area index measured at 8 to 10 weeks after transplanting (after the data of yoshida and Ahn, 1966)

를 짧고 直立이어야 한다고 主唱되고 있다. 한편 同化生産物을 増産하기 爲하여는 登熟期間중에 큰 葉面積을 오래 維持하며 單位葉面積當 同化能力이 높고 生理 및 機械的障害가 적은 葉身을 갖고 있어야하고 圖10에서 보는바와같이 窒素利用効率が 높아 單位吸收窒素量當 또는 單位葉面積當 많은 穎花를 確保하고 圖11에 例示한바와 같이 多窒素下에서도 出穂前에 莖葉에 貯藏하는 炭水化合物量이 많은 品種이 有利할 것이다. 此外 表3에서와 같이 品種中에는 同化器官이 非同化器官보다 比較的 많아 同化呼吸均衡上 有利한 것이 있으므로 이러한것도 考慮해야 될 것이다. 그리고 一般의으로 生育期間이 긴 品種들은 이러한 同化呼吸均衡上 不利하기 마련이므로 品種의 早熟化는 土地利用度뿐 아니라 品種의 生産効率的觀點에서도 바람직한 方向이라고 생각된다.

作季移動: 氣象條件이 登熟에 크게 影響을 미친다는 것은 周知의 事實이며 그中 溫度와 日射量의 影響이 크고 特히 出穂前 10日 乃至 出穂後 30日의 所謂 收量生産期間의 이들 條件은 登熟 및 收量에 至大한 影響을 미치지만 現在 段階로서는 이들을 實用的으로 調節할 수는 없으므로 作季를 移動하여 好適한 時期에 登熟期를 가져가는것이 가장 實用的인 方案일 것이다. 그런데 水原地方에 있어서 水稻收量生産期間의 平均日射量은 圖12에서 보는바와 같이 8月以後 出穂時에는 約 360cal/cm²/day 程度로서 比較的 많은 便이나 平均氣溫은 7月 25日 出穂時 25.5°C를 頂點으로하여 그前後에는 下降하며 特히 8月 10日以後 出

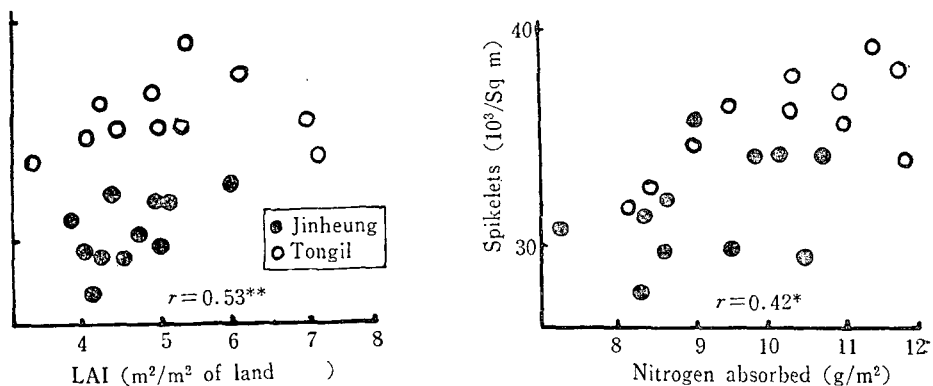


Fig. 10. Correlations between nitrogen absorbed and leaf area index (LAI) at flowering and number of spikelets, Suwon, 1972.

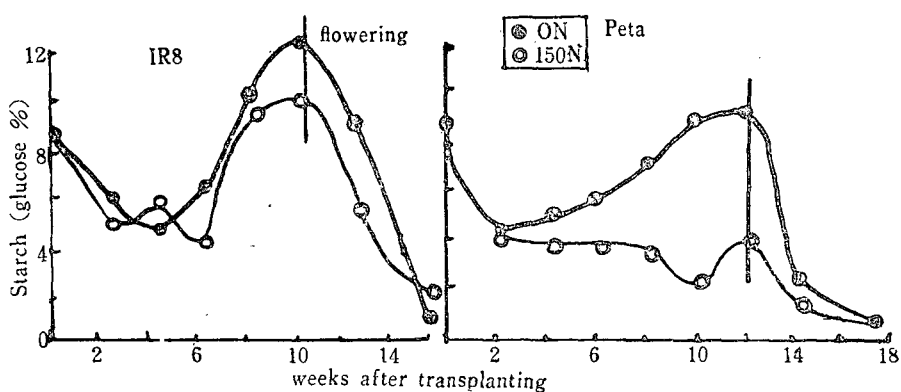


Fig. 11. Starch content of leaf sheath + culm of the varieties at successive growth stages, 1967 dry season, IRRI (after the data of yoshida and Ahn)

Table 3. Varietal difference of some physiological characters

Variety	Contribution rate a/	P-N Ratio b/	P-S Ratio	Growth duration (day)	Yield (kg/ha)
CP-231	2.6	0.72	0.99	108	4.43
IR 8	12.4	0.56	0.96	121	6.10
Peta	19.2	0.32	0.68	138	4.52
Hung	6.0	0.39	0.61	107	3.13

a/ Contribution rate of carbohydrate stored before flowering to grain carbohydrate under 100kg/ha N.

b/ Ratio of photosynthetic to non photosynthetic organs at flowering under 100kg/ha N, 1966 wet season, IRRI.

穂時에는急降下하고 해에 따라서는 더욱 低溫으로 經過하는 適遇가 있어 登熟을 阻害하는 一次的인 氣象條件은 低溫이라 볼 수 있다. 즉 晚植時에는 低溫으로 因하여 光合成作用 및 同化産物의 轉流障害에 依하여 不完全粒이 增加하고 品種에 따라서는 授精障

害가 일어나 不稔粒이 많아지기 때문이다. 따라서 完全登熟을 期하자면 中北部地方에서는 出穂期를 앞당기는 措置가 무엇보다도 先行되어야 할 것이며 表4에서 보는바와 같이 早植의 効果는 年次 및 品種에 따라 差異는 있으나 顯著한바가 있다.

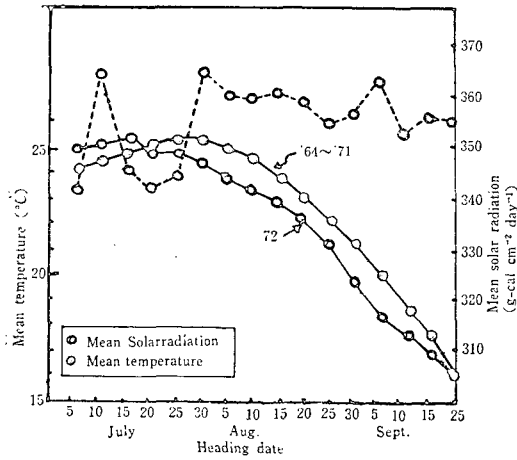


Fig. 12. Mean temperature and mean solar radiation during yield producing stages (from 10 days before to 30 days after flowering) in Suwon during the period of 8 years from 1964 to 1971.

Table 4. Effect of transplanting date on the grain yield and some growth characters of the varieties, suwon in 1972.

Transplanting date	Heading date	Grain yield (kg/10a)	Yield index	Filled grains (%)
Jinheung				
5.21	8.11	575	110	77.1
6.10	8.23	522	100	76.0
6.30	9.4	428	82	47.1
Tongil				
5.21	8.19	628	148	70.3
6.10	8.28	424	100	39.9
6.30	9.7	189	45	25.5

營養管理: 水稻體의 營養狀態는 間接的으로 光合成作用에 影響하여 登熟 및 收量을 左右한다. 그中 特別히 窒素는 葉面積擴大와 單位同化能力增大에 必要不可缺한 成分으로서 圖13에서 보는바와 같이 葉身中 窒素含率이 높으면 單位同化能力은 直線的으로 向上된다. 따라서 多收穫을 期하려면 葉身中 窒素含率을 2~3%로 높게 維持하여야 하는바 穗肥施用은 圖14와 같이 그 가장 効果的인 手段의 하나가 된다. 다만 窒素를 增施하거나 穗肥를 多量으로 施用하게 되면 一般的으로 水稻의 受光態勢를 惡化시키므로서 登熟向

上에 寄與하지 못하는 例가 많으므로(表5, 表6) 品種 또는 地域의 環境條件을 參酌하여 適宜 調節하여야 할 것이다. 그리고 葉身中의 高濃度의 窒素含有은 多

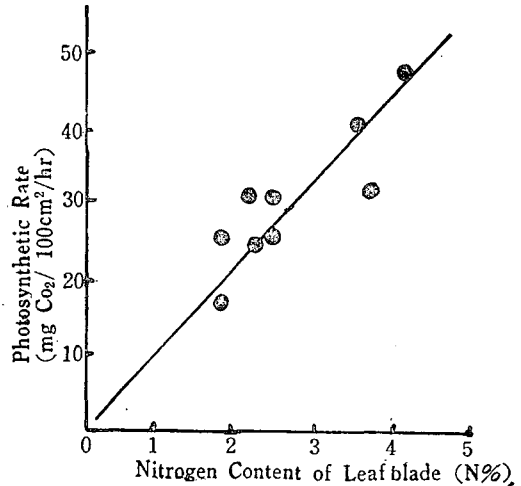


Fig. 13. Relationship between nitrogen content and photosynthetic rate of the rice plant growing culture solutions (variety; IR 8, after the data of yoshida et al. 1967)

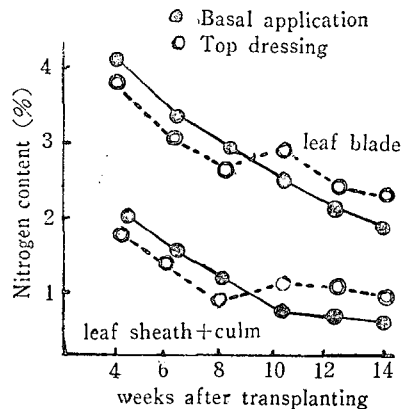


Fig. 14. Nitrogen content of active leaf blade and leaf sheath plus culm of tongil under 150kg/ha N and two types of nitrogen application method at successive growth stages, suwon in 1972.

收穫의 必要條件이기는하나 지나치게 높으면 遲發分蘗과 病虫害 및 登熟遲延을 誘發하므로 品種의 消化能力 및 氣象條件을 配慮한 施肥法이 必要하게 된다.

한편 磷酸은 炭水化合物의 轉流과 澱粉轉化를 圓滑하게 하여 登熟을 좋게 만들며 圖15에서와 같이 低溫

Table 6. Effect of nitrogen application ratio on the growth characters of different type of varieties at flowering under 15kg/10a N condition, suwon in 1972.

Nitrogen applied (kg/10a)			Leaf duration (m ²)	Po (Co ₂ dm ⁻² hr ⁻¹)	Leaf openness (degree)	Crain yield (kg/10a)	Yield indx
Basal	at PIS	at flowering					
Jinheung							
12	3	—	66	16.4	57	548	100
6	4.5	4.5	56	21.9	45	591	107
Tongil							
12	3	—	67	6.7	27	617	100
6	4.5	4.5	62	11.3	21	594	96

PIS: Panicle initiation stage

Table 5. Effect of nitrogen on the yield components of two varieties, suwon in 1973.

Nitrogen applied (kg/10a)	Spikelets (10 ³ /m ²)	Filled grain (%)	Leaf openness (degree)
Jinheung			
4	22.7	91.4	48
12	30.4	90.4	53
20	30.3	84.2	69
Tongil			
4	26.0	86.9	19
12	35.7	83.0	27
20	39.7	82.5	33

으로 經過하는 해에 그施用 효과가 크고 珪酸도 稻熱病抵抗性を 높이고 受光態勢를 좋게 하므로서 登熟 및 收量增加에 크게 貢獻하게 된다. 其外 加里와 망간은 倒伏抵抗性 및 窒素의 玄米生産効率을 높이는 可能性이 있다하며 土壤의 Mn/Fe 比는 水稻根의 活性의 指標가 되며 망간은 많은 것이 鐵은 적은 것이 有利하다고 한다.

栽植距離 및 苗數調節: 單位面積當苗數가 적으면 相當한 生育後期까지 土壤 및 空間的인 制約이 적으므로 水稻個體로서는 늦게까지 生長하고 高次分蘖을 發生시키므로서 圖16에서 例示한바와 같이 出穗遲延 및 不完全粒을 增加시켜 登熟率低下를 招來하며 反面 單位面積當苗數를 增加시키면 生育初期부터 株間에 光線, 營養等에 對한 競爭이 發生하여 高次分蘖 發生이 抑制되고 強勢分蘖이 確保되므로서 有利하게 된다. 그리고 圖17에서 보는바와같이 株數增加에 依하여 品種에 따라서는 穗前日數를 相當히 短縮시키고

株當苗數도 3~4 본으로 심는 것이 穗揃을 促進하여 登熟을 좋게 하고 있다.

뿌리保護: 登熟期間에 葉身에서 旺盛한 光合成作用을 營爲하기 爲해서는 뿌리에서 그材料가 되는 養水分을 알맞게 繼續 供給해줄 必要가 있다. 그런데 穗孕期以後에는 新根의 發生이 制限되고 根活力도 떨어져 쉬우며 특히 地上部보다 뿌리가 環境條件에 銳敏하게 影響받으므로 多肥栽培에서는 무엇보다도 많은 뿌리의 活力을 오래도록 維持시켜 주어야 한다. 이를 爲하여는 水稻의 營養管理와 根圈環境의 健全化가 必要한바 地力增進 및 施肥調節에 依하여 地上部와 아울러 뿌리를 健全하게 生育시켜야 하고 또한 垂直으로의 透水性을 알맞게 造成함과 同時에 有機酸의 發生이 많을 때에는 間斷灌水 등의 灌排水調節을 實施하여 이를 除去하므로서 表7과같이 뿌리의 活力을 增進시켜줄수 있고 登熟을 向上시킬수 있을 것이다.

熟苗利用: 氣候가 良好한 해와 感光性品種은 早期播種에 依한 出穗促進의 效果는 적으나 低溫으로 經過하는 해와 基本營養生長性이 크거나 出穗感應限界溫度가 높은 品種은 圖18과 같이 早播하므로서 本

Table 7. Effect of water management on the root oxidizing power, Suwon in 1973.

Treatment	Root activity (μg/hr/g.F.W)	
	Upper root	Lower root
Flooding	28.8	32.0
Water saturation	51.2	41.6
Alternative irrigation	32.0	22.4
Alternative irrigation nitrogen top dressing	60.8	24.3

※ Variety: Tongil

Measured at 20 days after flowering.

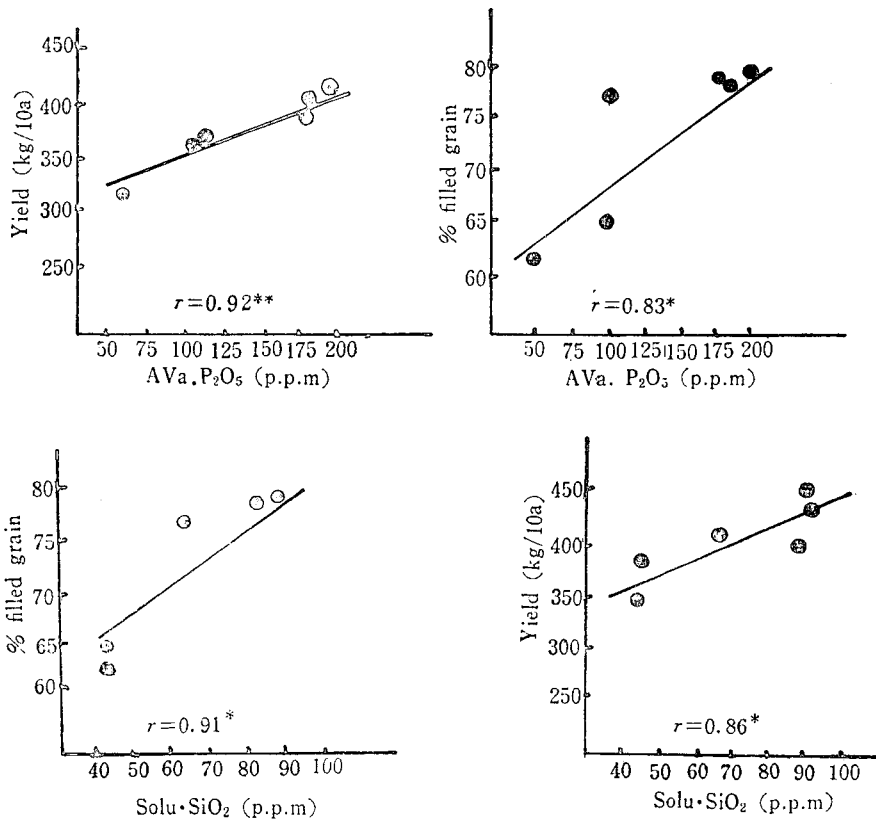


Fig. 15. Relationships between the yield and some of Soil characteristics in 1972 (after the data of chai et al.)

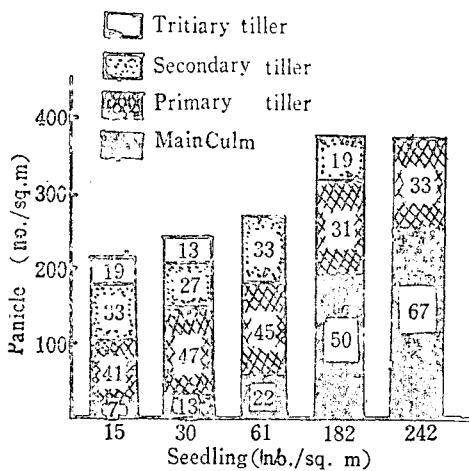


Fig. 16. Effect of seedling number on panicle number per square meter and on panicle number ratio of each tiller over total Panicles of Jinheung under 150kg/ha N. Suwon in 1972.

※ Figures mean panicle number ratio.

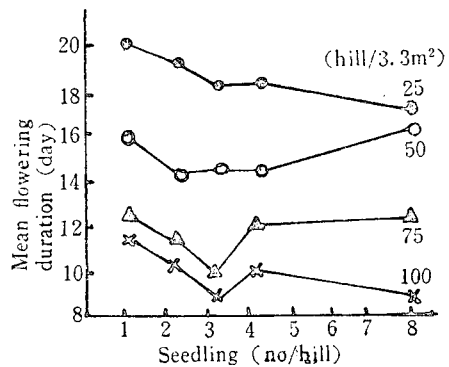


Fig. 17. Relationship between number of seedling per hill and mean flowering duration within a hill of tongil grown under 150kg/ha N condition, suwon in 1972.

畚에서 不足한 營養生長을 못자리에서 確保하여 同一時期에 移秧하더라도 出穂가 促進되고 따라서 登熟率이 向上되며 特히 晚植時에는 그 效果가 뚜렷하고 增收率도 顯著하였다.

其他：最近 作物의 生長을 調節하는 藥劑가 많이

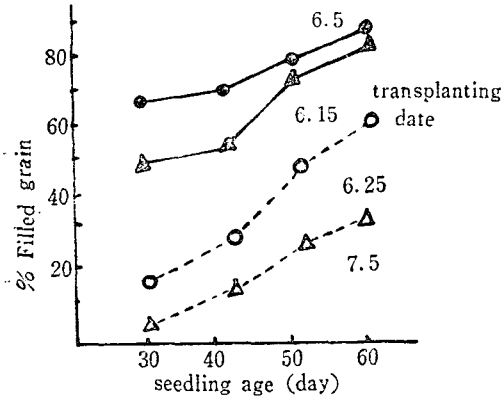


Fig. 18. Effect of Seedling age on the filled grain ratio under different transplanting date (1972, Tongil, Kyungbuk ORD.)

開發되고 있으며 水稻에 있어서도 葉身과 根의 同化能力 및 活力을 增進하고 活動期間을 延長시켜 登熟을 向上시키고져 R.N.A., 아브사이신, 지베레린, 에스텔, CDB 乳劑 및 벤레이트等 生長調節劑가 供試되고 있으므로 앞으로 期待되는바가 크고 根腐現象이 일어날때는 尿素의 葉面撒布도 登熟에 效果의임이 證明되고 있다.

結 論

우리나라에 있어서 登熟率이 水稻收量を 左右하게 되는것은 多肥密植栽培와 移秧期가 遲延될때의 두 境遇이며 前者는 過繁茂에 依한 群落의 同化態勢惡化로서 後者는 出穂遲延으로 因한 登熟適溫維持의 困難으로 惹起된다.

登熟에 關與하는 要因은 不稔粒, 穎花의 數와 收量生産期間의 同化作用 및 同化生産物의 轉流에 關係하는 水稻의 內的要因과 氣溫, 日射量等の 外的要因들이며 이들은 또한 相互 密接한 依存關係를 갖이고 있다.

따라서 多肥栽培로서 多收穫을 期하려는 境遇 登熟向上은 目標達成의 關鍵이 되는바 이를 圖謀하기 爲하여는 倒伏 및 病害蟲抵抗性, 耐肥性, 耐冷性은 勿論 受光態勢와 아울러 同化呼吸均衡上 有利하고 單位吸收養分當 生産效率이 높고 密植適應性이 比較의 큰 品種이라야 한다. 그리고 우리나라 中北部地方에

서는 移秧期를 앞당겨 安全登熟限界出穂期以前에 出穂시키야하고 品種別로 適한 基肥를 施用하여 目標穎花數를 確保하면서 窒素等を 追肥하여 出穂後의 同化能率을 向上시켜야하며 磷酸, 珪酸, 加里, 망간의 施用等 適切한 營養管理가 必要하다. 또한 어느 程度 栽植距離를 좁히고 苗數를 增加시키므로써 強勢分蘖確保와 穗揃日數의 短縮을 圖謀하며 地力增進과 알맞는 營養 및 물管理로서 登熟末期까지 뿌리의 活力을 높게 維持하여야 한다. 그리고 基本營養生長性이 크고 出穂感應限界溫度가 높은 品種을 低溫年에 晚植할때는 熟苗를 栽培하므로써 出穂促進과 登熟을 良好하게 할 수 있고 그밖에 生長調節劑의 開發使用等도 將次 積極的으로 考慮해야 할 것이다.

參 考 文 獻

1. 安壽奉. 1973. 水稻登熟의 品種間差異와 그 向上에 關한 研究. 韓國作物學會誌 14:1-40.
2. 蔡岸錫, 張榮宣, 李化壽. 1973. 砂質漏水畚에 있어서 溶性磷肥의 施用이 水稻收量에 미치는 影響. 韓國作物學會誌 14:71-77
3. Ishizuka, Y. 1971. Physiology of the the rice plant. *Advances in Agronomy* 23:241-315
4. 李殷雄. 1971. 韓國에 있어서 出穂期前後의 水稻의 營養狀態와 氣象의 條件이 玄米重構成에 미치는 影響, 崔範烈博士回甲記念論文集: 65-78
5. Matsushima, S. 1967. Ecology of ripening in rice with special reference to raising the percentage of ripened grains under luxurious growth condition for maximizing grain yield. *IRC Newsletter Special issue*: 61-81.
6. Murata, Y. 1967. Analysis of growth in relation to ripening of rice. *IRC Newsletter Special issue*: 43-53.
7. Murayama, N. 1964. The influence of mineral nutrition of the Characteristics of plant organs. *The mineral nutrition of the rice plant. IRRI*: 147-172.
8. Neeles, T.F., Incoll, L.D. 1968. The control of leaf photosynthesis rate by the level of assimilate concentration in the leaf. *Botanical review* 34(2):107-125.
9. 朴薰. 1973. 벼의 生産力分析 IV. 受器의 充塡速度와 受器—給器關係. 韓國土壤肥料學會誌 6(2): 95-105.
10. Tanaka, A. 1972. Efficiency of respiration. *Rice*

breeding Symposium. IRRI: 483-498.

11. Yoshida, S., Ahn, S.B. 1968. The accumulation process of carbohydrate in rice Varieties in

relation to their response to nitrogen in the tropics. *Soil Science and plant nutrition* 14: 153-161.