

水稻登熟期間中 Sink 充填의 經時的 變化와 그 品種間 差異

崔 海 椿*

Varietal Difference in Changing Aspect of Daily Sink Filling During the Grain Filling Period in the Rice Plants

Hae Chun Choi*

ABSTRACT

The experiment was conducted to know the varietal difference in changing aspect of daily filling sink during of rice using three cultivars; 'Suweon 295' (japonica), 'Suwoen 264' and 'IR 1317-70-1' (semi-dwarf indica) cultivated in the field and green house of the Crop Experiment Station in 1983.

There was not significant varietal difference in flowering habit and duration of flowering period each panicle. Semi-dwarf indica cultivars showed shorter days to physiological maturity of rice kernel than the japonica one. The former also displayed earlier decrease in water content of rice grain during ripening than the latter. Japonica variety revealed larger difference in ripening advancement between vigorous florets and inferior one than semi-dwarf indica varieties.

The semi-dwarf indica rice cultivars expressed significantly shrewder parabola of daily filling of sink per panicle during ripening than the japonica one. The time showing maximum capacity of daily filling of sink per panicle during ripening was 10-12 days after anthesis. The filling capacity of daily sink filling per panicle for 'IR 1317-70-1', 'Suweon 264' and 'Suweon 265' at this time were about 240 mg, 165 mg and 145 mg, respectively.

Pattern of sink filling per panicle during ripening was slightly changed by the cultural environment. 'Suweon 295' showed slightly sharper parabola and 2-3 days earlier time showing maximum capacity of daily sink demand per panicle during ripening in the field than those in the green house.

緒 言

水稻의 收量增大를 위해서는 우선 全植物體에 대한 經濟的 Sink의 比率增大를 疎해야 하며¹⁾ 또한 Sink 容量의 增大에는 Source의 改善이 必然的으로 隨伴 되어져야 할 것이다.^{2,14)} 따라서 벼 多收性 育種計劃을 樹立함에 있어서 普及對象地域의 登熟期間中 平

年 日射 energy source量에 根據한 最大收量可能 限界値와 벼品種의 登熟特性을 考慮하여 이에 符合되는 效率的인 經濟的 sink容量을 決定하고 그 構成要素의 改良目標를 適切히 設定하는 것이 무엇보다도 바람직하다.

水稻의 收量構成要素中 單位面積當 穗數는 生育初期에, 穗當穎花數와 potential kernel size²⁾는 出穗前 23日에서 出穗前 6日 사이에 決定되고⁶⁾ 登熟率

* 作物試驗場(Crop Experiment Station, RDA, Suwon, 170, Korea) <1986. 1. 13 接受>

은 開花後 7~20日間의 急速種實 發達期間의 日射量¹³⁾과 開花前 葉鞘 및 稈中의 蓄積炭水化物的 轉移量^{7,9,10,16)}에 크게 影響을 받는 것으로 알려져 있다.

Loomis & Williams(1963)⁵⁾가 日射 energy 利用率의 最高限界值에 따라 作物의 理論的 粗生産 最高限界值를 計算해 提示한 바가 있고, 武田(1962)¹³⁾와 村田(1965)⁸⁾는 各各 벼 收量의 理論的 限界值를 提示한 바 있다.

그러나 武田 및 村田의 計算過程에서는 전혀 벼의 登熟特性을 考慮하지 않았기 때문에 實際的 可能限界收量보다 엄청나게 높은 限界收量推定值를 보여 주었다. 이에 本 試驗에서는 벼 登熟期間中 穗當 sink 充塡量의 經時的 變化的 品種間 差異를 把握하고 急速登熟期間中의 最大 sink需要推定量과 日射 energy 利用率에 根據한 理論的 物質生産 限界值를 比較檢討해봄으로써 벼 多收性育種計劃을 위한 效率的인 指針을 얻고자 했다.

材料 및 方法

벼 japonica系 短稈穗重型인 水原 295號와 indica/japonica系 短稈穗重型인 水原 264號 및 IR1317-70-1의 3品種을 供試하여 1983年 作物試驗場 水稻 育種圃에서 4月 16日에 播種, 5月 26日에 移秧 하였고 施肥量은 N:P₂O₅:K₂O=15-9-11(kg/10a)으로 標準耕種法에 準하여 栽培하였다.

穗當開花의 經時的 推移는 品種別로 10個體에서 個體當 3莖(大·中·小)씩 30莖을 任意로 選定하여 穗別 最初開花日로부터 每日 開花된 穎花數를 調查 하였고, 登熟期間中 種實乾重 및 水分含量의 經時的 變化는 開花盛期에 各 品種 모두 約 30個體에서 8月 9日에 開花된 約 1,000個의 穎花를 標識해 두고 開花日로부터 30日間 3日間隔으로 10回에 걸쳐 每回 強勢 및 弱勢穎花를 各 30~60粒씩 標本採取 한 後 粒當生重과 乾重을 調查하여 나타내었다. 水原 295號에 대해서는 1982年 冬季中에 溫室에서 栽培 하여(施肥量:N-P₂O₅-K₂O=8-5-6kg/10a) 登熟期인 四月中에 위와 同一한 調查를 實施하였다.

Potential kernel size는 比重 1.15의 鹽水에서 比重選된 벼알의 平均乾粒重으로 나타내었고²⁾ 日別 穗當 sink生量의 推定值는 強勢穎花 및 弱勢穎花의 正常的인 登熟經過曲線에 따라 登熟期間中 各 時期別 日當粒重增加量을 計算하여 穗別最初開花된 日字로부터 最終開花된 穎花의 生理的 登熟期가 끝나는 날

까지 穗當總穎花의 完全登熟을 假定한 境遇의 日別 穗當乾物蓄積需要容量으로 나타내었다. 이 日別 穗當乾物蓄積需要容量의 累積值는 바로 穗當 sink 容量²⁾과 같게 되는 것이다.

이 試驗에서 3品種의 出穗期는 거의 같았으며(8月 6日~8日) 開花期間에는 降雨가 없었다.

結果 및 考察

한 이상의 開花順序 및 開花所要日數는 品種生態型 間에 別差異가 없었고 開花期間中 日別 開花穎花數의 分布도 大體로 비슷하였으나 japonica系인 水原 295號쪽이 ind./jap.系인 水原 264號나 IR 1317-70-1보다 開花初期(開花始로부터 2日間)에 開花

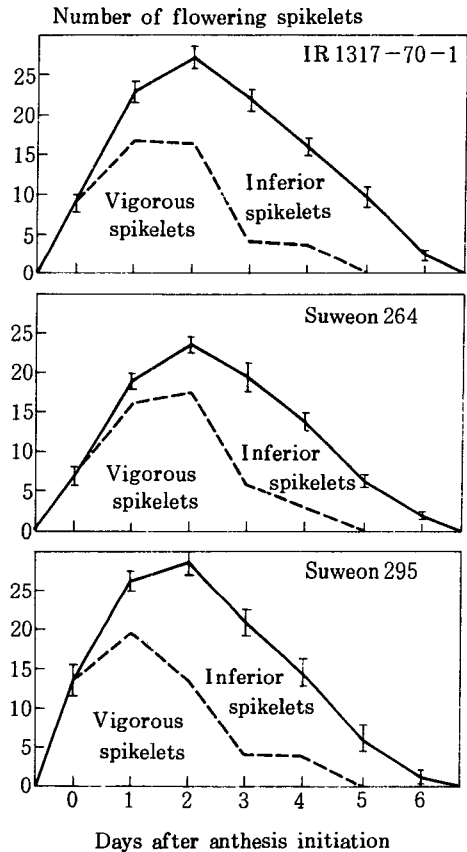


Fig. 1. Frequency of flowering spikelets per panicle during anthesis in rice.

* The range of each date indicates standard error for flowering spikelets between randomly sampled plants.

Table 1. Difference between vigorous(V) and inferior(I) florets in grain filling rate(%) under the same natural condition^{a)}.

Days after anthesis	Grain filling rate(%)					
	Suweon 295		IR 1317-70-1		Suweon 264	
	V	I	V	I	V	I
6	31.4f	24.9f	33.1e	31.6e	43.8d	39.0d
9	57.4e	43.4e	62.0d	57.7d	78.1c	69.6c
12	72.8d	56.2d	80.8c	72.7c	92.7b	84.4b
15	87.9c	71.9c	93.2b	90.7b	98.7a	100.4a
18	93.8b	74.5c	97.5ab	95.1ab	101.2a	99.5a
21	100.6a	87.5b	99.2a	98.1a	98.3a	100.0a
24	99.8a	98.2a	100.8a	97.7a	101.2a	99.3a
27	99.5a	101.7a	100.5a	101.1a	99.8a	98.2a
30	96.5ab	100.1a	99.4a	101.2a	100.4a	102.5a

a) Three varieties showed simultaneous flowering time in 1983.

* Separation of means in each column by least significant difference at 5% level.

完了된 穎花數의 頻度가 약간 더 높은 傾向을 보였다(그림 1). 強勢穎花는 大部分 開花開始 이틀후면 거의 開花完了되며(82~85%) 弱勢穎花는 開花開始 3日後에 最大頻度를 보였다가 6日後까지 開花가 繼續된다(그림 1).

한 알의 生理的 登熟所要日數를 表 1에서 보면 ind./jap.系는 強·弱勢穎花 모두 中小粒인 水原 264號는 15日, 大粒인 IR 1317-70-1은 18日이었으나 japonica系인 水原 295號는 強勢穎花가 21日, 弱勢穎花가 24日로 生態型間에 顯著한 差異를 보였다. ind./jap.系 品種들이 強·弱勢穎花間 生理的 登熟日數에 有意한 差異를 보이지 않았지만 急速種實發達期間(開花後 12日까지)에는 弱勢穎花가 強勢穎花에 비해 種實蓄積率이 顯著히 떨어지는 것으로 보아 만약 標本採取를 1~2日 間隔으로 했다면 強·弱勢穎花間에 生理的 登熟所要日數에 分명한 差異를 나타냈을 것으로 推定된다. 登熟初·中期의 強·弱勢穎花間 種實蓄積率²⁾의 差異는 특히 japonica系 品種이 더욱 두드러지게 컸다. 種實水分含量에서는 ind./jap.系 品種이 japonica보다 일찍 急激한 低下現象을 보였다(그림 2).

Indica系와 japonica系 品種間的 登熟速度差는 indica系가 米粒이 細長型인데도 原因은 있지만 生理的으로 澱粉粒의 形成이 빠르다는 事實이 밝혀져 있으며^{2, 11, 12)} 穗上位置에 따른 穎花發育의 差異¹⁾ 및 強勢穎花의 養分競合에서의 優勢性^{10, 11)}은 어느 生態型이나 同一한 傾向을 보이지만 특히 indica系 品種이 登熟이 急速하기 때문에 穎花間 養分競合이 深化, 登熟不良을 招來하게 되는 것으로 알려져 있다.^{11, 12)}

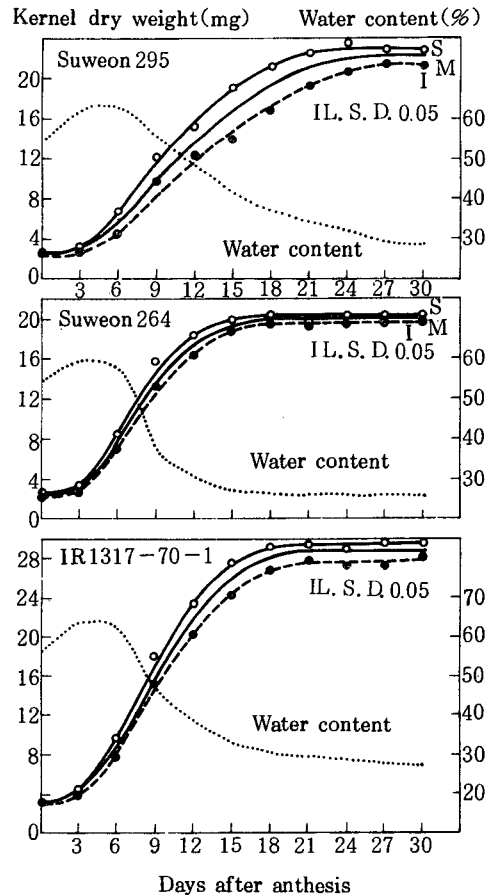


Fig. 2. Varietal difference in grain filling process on the basis of kernel dry weight increment. (S : Superior spikelet, I : Inferior spikelet, M : Average)

登熟이 經過됨에 따른 穗當 sink需要量(強勢莖)의 經時的 變化를 穗當開花穎花數의 頻度分布와 登熟曲線에 의한 登熟時期別 日當種實乾物增加量에 根據

하여 登熟期間中 穗當總穎花의 正常的인 完全登熟을 假定한 日當穗當乾物蓄積需要容量으로 計算하여 나타내어 본 結果(그림 3) ind./jap.系인 水原 264號

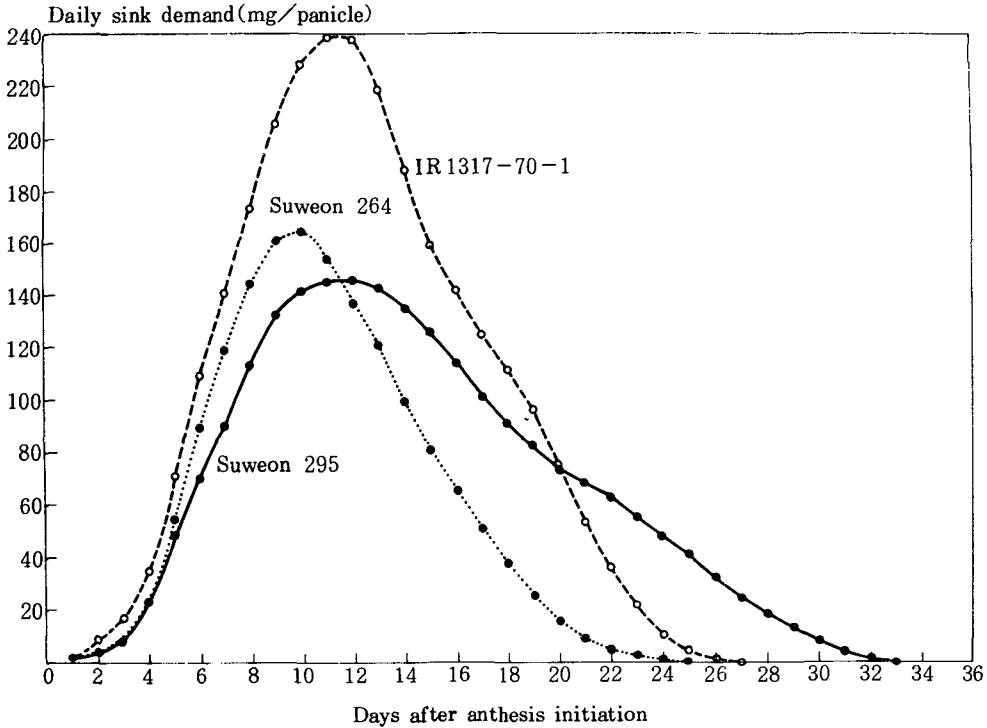


Fig. 3. Varietal difference in daily sink demand change per panicle on the basis of dry weight increment of rice kernel during the grain filling period.

* Anthesis initiation dates of three rice cultivars were nearly same.

와 IR 1317-70-1은 모두 japonica系인 水原 295號보다 顯著하게 尖銳한 拋物曲線을 나타내었으며 특히 登熟最盛期에 ind./jap.系 品種들의 sink 需要量이 지나치게 높은 것을 알 수 있었다. 穗當最大 sink 需要量을 보인 時期는 最初開花日로부터 10~12日後였으며 이 때의 1日間 穗當 sink需要量은 IR 1317-70-1, 水原 264號 및 水原 295號가 各各 約 240mg, 165mg, 145mg였는데 이는 穗當 sink容量에 대한 比率로 보면 ind./jap.系 品種들이 japonica에 비해 엄청나게 높은 量이다.

水原 295號의 溫室(春季)과 圃場(秋季)에서의 登熟樣相을 比較해 보면(그림 4) 生理的인 登熟期에 到達하는 日數는 거의 같으나 登熟初期의 種實蓄積程度가 溫室보다 圃場쪽이 약간 빠른 傾向을 보였고 水分含量은 溫室쪽이 開花後 15日부터 急激한 減少 現象을 나타냈는데 이는 登熟環境條件의 差異에서 基

因된 것이다. 溫室은 圃場에 비해 晝夜溫度 較差가

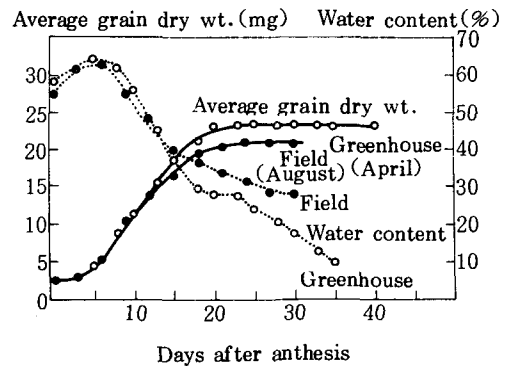


Fig. 4. Comparison of changes in average grain dry weight and water content between in greenhouse and in the field for a rice variety 'Suweon 295' (Japonica).

작고日照가劣勢인 탓으로比較的緩慢한登熟을 보인다.

登熟期間中穗當 sink需要량의經時的變化도圃場이温室에 비해初期開花數의頻도가 높은傾向이었고初期登熟進展이 약간 빨랐던關係로最大 sink需要量에 이르는時期가 약간 빨라지면서 더욱尖銳한拋物曲線을 나타냈다(그림 5). 이와 같은結果는多收性育種計劃을樹立함에 있어서普及對象地域의登熟環境을考慮하여 이에符合하는育種目標設定이 마련되어야 할 것임을示唆해 준다.

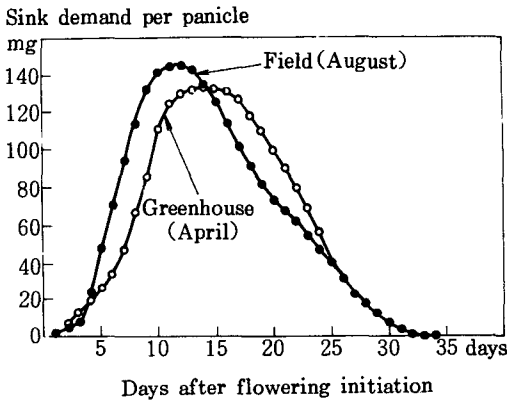


Fig. 5. Comparison of changes in sink demand per panicle per day during the grain filling period between in greenhouse and in the field for a rice variety 'Suweon 295' (Japonica).

登熟最盛期の大量 sink需要(sink flux)는 source機能의急激한減退와 더불어 sink間養分競合의甚化를招來하여 이삭下位部枝梗의弱勢穎花의發育停止現象을誘發시키며出穂前葉鞘 및 稈中에蓄積된炭水化合物은 이時期에 거의 모두 이삭으로轉移되어 버린다.^{9, 10, 15)} 여기에서 IR-1317-70-1의境遇穗當最大 sink需要量을 보이는時期의單位面積當 sink需要量은 $80g/m^2 \cdot day$ 로 Loomis & Williams⁵⁾이日平均日射量 $500cal/m^2 \cdot day$ 로計算된理論的粗生産最高限界值 $71g/m^2 \cdot day$ 를 훨씬凌駕하는量을 나타내 보여 이品種은 우리나라中部地方에서效率의인收量을期待하기는 어려운生理的條件을根本的으로갖추고 있는 것으로보아야 하겠다. 따라서 이와 같은 indica系多收性品種의登熟盛期中日當 sink需要量의一時的急増을緩和시키기 위해서는米粒의幅과 두께의늘림과同時에 japonica品種

과 같이登熟速度가多少緩慢한傾向을 보이면서 모든穎花의登熟이持續的으로 이루어지고登熟期間中 일어나 뿌리의活力이 오래維持될 수 있도록 해야 할 것이다. 또한出穂前葉鞘 및 稈中의貯藏炭水化合物은急速登熟期에 중요한 source源으로貢獻하며 특히日照가不足하면 거의定量的으로 이삭으로轉移되기 때문에^{9, 10)} 이의能力增大를 위한育種의努力도 게을리 하지 말아야 할 것이다.

摘 要

벼登熟期間中種實發達 및 日當 sink 需要容量의經時的變化的品種間差異를把握하고登熟盛期の最大 sink需要容量과日射 energy利用效率로부터推定된理論的物質生産限界值를比較檢討해봄으로써벼多收性育種을 위한效率의인指針을 얻고자 japonica短稈穗重型인水原 295號와 ind./jap. 短稈穗重型인水原 264號 및 IR 1317-70-1을供試하여本試驗을實施했는데 그結果를要約하면 다음과 같다.

1. 穗當開花所要日數와日別開花穎花數의頻度分布에 있어서品種間差異는 거의認定할 수 없었으나 japonica品種속이初期開花穎花數의頻도가 약간 높은傾向이었다.

2. 벼 한 알의生理的登熟所要日數는 ind./jap.인水原 264號와 IR 1317-70-1은各各強·弱勢穎花共히 15日과 18日이었으나 japonica인水原 295號는強 및弱勢穎花가各各 21日 및 24日로顯著的品種間差異를 보였다. ind./jap.品種도急速種實發達期에는弱勢穎花가強勢穎花에 비해種實發達程度가顯著히 떨어지는傾向이었다.種實水分含量에서도 ind./jap.品種들이 japonica보다 일찍急激한減少現象을 보였다.

3. 登熟期間동안日別穗當 sink需要容量의經時的變化를穗當開花穎花數의頻度分布와登熟時期別種實乾重增加曲線에 의해日別穗當乾物蓄積需要容量으로計算하여 나타내 본結果 ind./jap.品種이 japonica에 비해顯著히尖銳한拋物曲線을 나타내어 ind./jap.品種속이 더욱登熟盛期에 source의不足 및 sink間養分競合의甚化를招來할可能性이 높다.日當最大 sink需要容量을 보인時期는最初開花日로부터 10~12日째였으며 이 때의 1日間穗當 sink需要量은 IR 1317-70-1, 水原 264號 및 水原 295號가各各約 240 mg, 165 mg 및 145 mg이었다.

4. 水原 295 號의 登熟期間中 日別 穗當 sink 需要容量의 經時的 變化를 溫室과 圃場栽培條件에서 比較해 본 結果 圃場쪽이 多少 尖銳한 拋物曲線을 그리면서 日當 最大 sink 需要容量을 보인 時期도 2~3 日程度 빨랐다.

引用文獻

1. 荒井邦夫・河野恭廣. 1978. 水稻の穂の發育に關する 研究. 第一報 穂上位位置別にみた穎花の發育の特徵. 日作紀 47(4) : 699~706.
2. 崔海椿. 1980. 水稻의 登熟特性 및 sink/source ratio의 品種間 差異와 作期移動에 따른 變化. 서울大學校 大學院 碩士學位論文. 105p.
3. Cock, J.H. and S. Yoshida. 1972. Accumulation of ¹⁴C-labelled carbohydrate before flowering and its subsequent redistribution and respiration in the rice plant. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 41 : 124-127.
4. Gifford, R.M. and L.T. Evans. 1981. Photosynthesis, carbon partitioning, and yield. Ann. Rev. Plant Physiol. 32 : 485-509.
5. Loomis, R.S. and W.A. Williams. 1963. Maximum crop productivity : an estimate. Crop. Sci. 3 : 67-72.
6. 松島省三. 1957 水稻 收量の成立と豫察に關する 作物學的 研究. 日農技研報告. A₅ : 1-271.
7. 松島省三・和田源七・松崎昭夫. 1966. 收量成立原理とその 應用に關する作物學的 研究. 第 74 報 高收量成立原理の探索と實證(3) 日作紀 34(3) : 321-328.
8. 村田吉男. 1965. 光合成からみた水稻最高收量の 限界と可能性. 農業技術 20 : 451-456.
9. 村山登・吉野實・大島正男・塚原貞雄・川原崎裕司. 1955. 水稻の 生育に伴う炭水化物の集積過程に關する 研究. 日農技研報 B₄ : 123-166.
10. 村山登・大島正男・塚原貞雄. 1961. 水稻の登熟過程における物質の動態に關する 研究(第 6 報) ¹⁴Cによる莖部 蓄積炭水化物の標識とその移行ならびに分布. 日土肥誌 32(6) : 261-265.
11. Nagato, K. and F.M. Chaudhry. 1969. A comparative study of ripening and kernel development in japonica and indica rice. Proc. Crop. Sci. Soci. Japan 38 : 425-433.
12. 長戸一雄・鈴木清太・佐渡敏弘. 1975. 米粒の 乾物増加過程と米質. 日作紀 44(4) : 431-437.
13. 武田友四郎. 1962. 光合成からみた水稻の増收限界(耕地における微細氣象と作理生理シンボツウム). 農業氣象 18 : 81-86.
14. Tanaka, A. 1972. The relative importance of the source and the sink as the yield-limiting factors of rice. Food, Fertilizer Tech. Cent. Tech. Bull. 6 : 18.
15. 田中孝幸・松島省三. 1963. 水稻 收量の成立原理とその應用に關する作物學的 研究 第 64 報 登熟機構に關する 研究(11). 早期發育停止型の發生過程とその豫察法. 日作紀 32(1) : 35-38.
16. 翁仁憲・武田友四郎・縣和一・箱山晉. 1982. 水稻の子實生産に關する物質生産的 研究 第 1 報 出穂期前に貯藏さねた炭水化物および 出穂後の乾物生産か子實生産に及ぼす影響. 日作紀 51(4) : 500-509.