水稻の同化産物配分に関する研究

第3報 窒素施用時期の差が水稻のモミワラ比におよぼす影響*

和田 源 七

(東北大学農学部)

水稻のモミワラ比は同一施肥量の場合でも、品種および移植時期がちがうと、生育時期別の乾物生産量が異なり、その結果モミワラ比に差の生ずること、生育時期別の乾物生産量を人為的に制限することにより、モミワラ比が大きく変化することが明らかにされた^{8,9)}。モミワラ比に関与する要因として、穎花数、出穂期の乾物重および出穂後の乾物生産量の三要素があげられ、モミワラ比はそれらの相互関係で決定される。これらの三要素に強く働く要因として、品種の早晚、日射量の多少があげられた。さらにこれら三要素に強く働く要因として、生育時期別の窒素吸収量の多少がある¹⁰⁾。そこで、施肥量が等しい場合でも、施肥時期の差により、生育時期別の窒素吸収量に差を生じ、モミワラ比にも差を与えるものと考え、モミワラ比の決定機構およびモミワラ比の意義を明らかにする一助として実験を行なった。本実験は1959年～1964年に農業技術研究所でおこなった。

実験材料および方法

1. 1959年 5月17日播種、6月29日移植の水稻農林25号を供試した。基肥として P_2O_5 ; 1.59kg/a, K_2O ; 1.59 kg/a を施用し、窒素 1.59 kg/a を活着後5日おきに施用した。m² あたり18.2株3本植とし、1区面積6m² で3連制にて実験を行なった。
2. 1963, '64年 直播水稻の追肥方法の研究²⁾ に使用した水稻を用いた。

穎花分化終期、出穂期および成熟期に抜きとり、乾物重・窒素吸収量および炭水化物(全糖+粗澱粉を炭水化物とした)量を測定した。窒素は Semi-micro Kjeldahl 法、粗澱粉は新鮮唾液による糖化抽出、糖の還元力は Somogyi 法により定量した。

実験結果

追肥時期の差により、出穂期および成熟期の乾物重に大きな差がみられ、いずれの年でも追肥時期の早いほど乾物重は大きい傾向がみられる。しかし、追肥時期と穂重および収量との間にはつねに一定の関係がみられず、モミワラ比と追肥時期との間にも一定の傾向はみられない(第1表)。モミワラ比の決定の第一要因とみられる出穂期の乾物重(W_1)に対する穎花数(Sp)の比はいずれの年でも追肥時期のおそいほど大となる傾向がみられ、出穂期の乾物重に対する出穂後の乾物生産量(dW)の比も1959年を除けば、追肥時期のおそいほど大きい傾向がある(第1表)。1959年の試験区の中には、出穂後に茎葉の脱落の多い区があり、そのために出穂後の真の乾物生産量と実測値との間に大きな差が生じたためとみられる。そこで出穂後の光合成産物の大部分はデンプン+全糖(以後これを炭水化物という)であることよりみて、 W_1 に対する出穂後の炭水化物生産量(dC)の比と追肥時期との関係をみれば、1959年も'63および'64年と同様に追肥時期のおそいほど dC/W_1 も大きい傾向がみられる。

Table 1. Correlation coefficients between the time of nitrogen application and the dry weight, the yield and the dry weight ratio of ear to shoot.

Year	Dry weight				Yield	Ratio of ear to shoot	dW/W_1	$Sp./W_1$	dC/W_1
	At the ear emergence	Total	At maturity Ears	Shoots					
1959	0.84***	0.81***	0.86***	0.69***	0.08	0.13	-0.47**	-0.59*	-0.68**
1963	0.84***	0.78**	0.56	0.73**	0.54	0.04	-0.63*	-0.63*	-0.66*
1964	0.80**	0.78**	0.08	0.75**	-0.01	0.23	-0.64*	-0.64*	-0.64*

Note: dW : Dry weight produced after the ear emergence.

W_1 : Dry weight at the ear emergence.

$Sp.$: Number of spikelets per unit area.

$dC.$: The amount of carbohydrates increased after the ear emergence

* 昭和44年3月16日受理

しかし、本実験では、モミワラ比は前報⁸⁾と異なり、必ずしも dW/W_1 および Sp/W_1 との間には正の相関は認められず（第 2 表）、穎花分化終期を境として、それ以前に追肥をうけた区のみ、あるいはそれ以後に追肥をうけた区のみについてみても、これらの間には強い正の相関はみられなかつた。これらの事実、追肥時期が異なる場合に、穂重を単に出穂後の乾物生産量あるいは穎花数とみることが必ずしも適当とはいえないこと、および出穂後における茎葉重の変化が区により著しく異なることを意味するものとみられる。すなわち、追肥時期の差により穂重および茎葉重の決定に関する要因がかなり異なるのではないかとみられる。

穂重は出穂期の乾物重との間には、前報^{8,9)}と同様に一定の関係は認められない。また、穂重は第 1 図に示すように、出穂後の乾物生産量あるいは穎花数との間には弱い正の相関がみられるにすぎない。このように、穂重を単にデンプン生産量あるいは穂の容量とみるのは必ずしも適当とはいえない。しかし、穎花分化終期以後に追肥をうけた区を除けば、穂重は出穂後の

Fig. 1. Relation of the dry weight of ears to the dry weight increased after the ear emergence and the number of spikelets.

Note ● : Top-dressed after the late spikelet initiation stage.

乾物生産量との間にやや強い正の相関($r=0.78***$)を示し、穎花分化終期以後に追肥をうけた区のみでは、穂重は穎花数との間に強い正の相関($r=0.88***$)を示す。すなわち、施肥時期により穂重に強い関係をもつ要因は異なる。この原因は、窒素供給時期が異なるために、穎花数および生育時期別の乾物生産量が大きく異なるためとみられる。穎花分化終期以前に追肥された窒素は、穎花数の増大により強く働き¹⁰⁾、穎花分化終期以後に施用された窒素は出穂後の乾物生産にのみ強く働き、必ずしも穎花数と出穂後の乾物生産量とが相関を示すとはみられない ($r=-0.01$)。すなわち、生育初期に追肥をうけた区は穎花数は増大するが、出穂後の乾物生産がこれにともなわず、生育後期に追肥をうけた区は出穂後の乾物生産量は増大するが、これを収容する穎花数がこれにともなわないことを示している。したがって、穂重の出穂後における増加量は出穂後の乾物生産量 (dW) あるいは炭水化物生産量 (dC)、貯蔵炭水化物量 (C) と穎花数との相互関係によって決定されるとみられる。すなわち、穂重増加量 (dW_E) は $(C+dW)$ あるいは $(C+dC)$ を収容する穂の容量があるかぎり、すなわち $(C+dW) \leq kSp$ (k : 常数) あるいは $(C+dC) \leq k \cdot Sp$ の範囲内では $dW_E \propto (C+dW)$ あるいは $dW_E \propto (C+dC)$ なる関係が存在するものとみられ、 $(C+dW) \geq k \cdot Sp$ あるいは $(C+dC) \geq k \cdot Sp$ の範囲内では $dW_E \propto Sp$ なる関係が存在するとみられる。すなわち、 $(C+dW) \geq kSp$ あ

Fig. 2. Relation of the dry weight of ears increased after the ear emergence (dW_E) to the interrelationship of the number of spikelets (Sp) and the amount of carbohydrates ($C+dC$).

Note: * indicates $C+dC$, in the range of $C+dC < kSp$, and kSp , in other cases.

るいは $(C+dC) \geq k \cdot Sp$ の時に $(C+dW)/k \cdot Sp = 1$ あるいは $(C+dC)/k \cdot Sp = 1$ とおけば,

dW_E の $k \cdot Sp$ $(C+dW)/k \cdot Sp$ あるいは

Fig. 3. Relation of the amount of carbohydrates increased after the ear emergence (dC) to the product of the amount of nitrogen in leaf-blades at the ear emergence (N) plus the amount of nitrogen increased after the ear emergence (dN) and the solar radiation during ripening period (S).

Fig. 4. Relation of the dry weight of ears increased after the ear emergence (dW_E) to the interrelationship** of the amount of nitrogen absorbed during different growth stages (Equation 4).

Note: $*kSp$: the number of spikelet which is shown in equation 2.

N_L : The amount of nitrogen in leaf-blades at the ear emergence

dN : The amount of nitrogen absorbed after the ear emergence

S : Solar radiation in ripening period ($\text{Cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$)

** indicates $\{C+0.1765(N_L+dN)S-11\}$, in the range of $\{C+0.1765(N_L+dN)S-11\} \leq kSp^*$, and kSp^* , in other cases.

dW_E の $k \cdot Sp$. $(C+dC)/k \cdot Sp$

なる関係があるとみられる.

しかし, 本実験では dW_E が $(C+dW)$ をはるかに上まわる場合がみられた. これは, 出穂後において茎葉よりの枯死葉の脱落が多いことを示し, みかけの乾物生産量は真の乾物生産量をはるかに下まわっている場合のあることを示している. そのため dW_E と $k \cdot Sp$ $(C+dW)/k \cdot Sp$ との間には必ずしも高い正の相関はみられない ($r=0.587^{**}$). 一方, 出穂後の乾物生産量の大部分は炭水化物であることより, 同じ条件の下にて dW_E と $k \cdot Sp$ $(C+dC)/k \cdot Sp$ との間には $k=0.018$ の時に ($k=0.018$ としたのは玄米の乾物重が 18mg 前後の場合が多いためである.) 強い正の相関が認められ (第2図), 穂重増加量は次式にて示される.

$$dW_E = \{1.23 \times 0.018 Sp(C+dC)/0.018 Sp\} + 5 \dots \dots \dots (1)$$

一方, 穎花数は穎花分化終期までの窒素吸収量とそれに対する穎花分化終期より出穂期までの窒素吸収量との比との和と正の相関を示すことが明らかにされている¹⁰⁾. 本実験でも両者の間に強い正の相関 ($r=0.873^{***}$) が認められ, 穎花数は次式にて示される.

$$Sp = 4636N_1 + 540 - \left(9366 - 37513 \frac{10^3 N_2}{4636N_1 + 540}\right) \dots \dots \dots (2)$$

ただし, N_1 : 穎花分化終期までの窒素吸収量 (g/m^2), N_2 : 穎花分化終期より出穂期までの窒素吸収量 (g/m^2).

さらに, 出穂後の炭水化物生産量は著者ら¹⁾ および津野ら⁷⁾ の結果と異なり, 別報¹⁰⁾ と同様に (出穂期の葉身窒素量) $\times$ (登熟期間日平均日射量) との間には強い正の相関はみられないが, (出穂期の葉身窒素量 + 出穂後窒素吸収量) $\times$ (登熟期間日平均日射量) との間により強い正の相関がみられる (第3図). この原因は, 著者ら¹⁾ および津野ら⁷⁾ の実験は出穂後の窒素吸収量に区間の差が少ないことにありとみられ, その原因および因果関係について著者は別報にて詳細に論じている¹⁰⁾. この点より出穂後の炭水化物増加量は次式にて示される.

$$dC = 0.1765(N_L + dN)S - 11 \dots \dots \dots (3)$$

ただし, N_L : 出穂期の葉身窒素量 (g/m^2), dN : 出穂後窒素吸収量 (g/m^2), S : 登熟期間日平均日射量 ($\text{Cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$).

(1) 式は (2) および (3) 式により, $C+dC \geq k \cdot Sp$ の時に $C+dC/k \cdot Sp = 1$ とおくことにより, 次のごとく書きかえられる.

$$dW_E = \left\{ 4636N_1 + 540 - \left(9366 - \frac{37513 \times 10^3 N_2}{4636N_1 + 540} \right) \right\} \\ \times \{ C + 0.1765(N_L + dN)S - 11 \} / \\ \left\{ 4636N_1 + 540 - \left(9366 - \frac{37513 \times 10^3 N_2}{4636N_1 + 540} \right) \right\} \dots (4)$$

しかも、一般には C は dC に比して非常に小さい場合が多く^{1,10)}、同一年度、同一品種でしかも同一栽培時期の場合は施肥時期が異なっても登熟期間の日射量はほぼ等しいので、穂重増加量は主として、分化顕花数が決定される顕花分化終期までの窒素吸収量とそれに加うるに顕花分化終期以後とくに出穂期以後の窒素吸収量との相互関係によつて決定されるものとみられる。生育時期別の窒素吸収の面からみれば、穂重を単に出穂後の乾物生産量とみることのできるのは、顕花分化終期の窒素量と出穂期以後の窒素吸収量が並行しているか、出穂期以後の窒素吸収量が極端に多くない場合である。逆に、穂重を顕花数とみることのできるのは、顕花分化終期の窒素量と出穂期以後の窒素吸収量が並行しているか、出穂期以後の窒素吸収量が極端に多い場合であるとみられる。

一方、穂重の増加量が出穂後の乾物生産量を大きく上まわる場合、すなわち茎葉の減少量の大きい場合や登熟期間に茎葉の枯死脱落する場合がみられる反面、出穂後の乾物生産量が穂重をはるかに上まわる場面もみられる。施肥法の差により、出穂後の茎葉重の変化は一定の傾向を示さず、しかも大きい。登熟期間の茎葉重の増加量 (dW_s) は $dW_s = dW - dW_E$ にて示される。理論的な茎葉の最大減少量は出穂期の貯蔵炭水化物量+穂の蛋白質量+穂の灰分量であるとみられるが、本実験の一部の区では実際の茎葉減少量が理論値をはるかに上まわる場合がみられた。これは、窒素・リン酸・苦土⁴⁾等の無機物質および蛋白質・糖類の有機物質が穂へ移行することによる葉の枯死脱落によるためとみられる。この点より考えると出穂後の茎葉増加量に關与する要因として、穂の乾物要求量(穂の容量)があり、出穂後の茎葉増加量は出穂後の乾物増加量と穂の容量との差に密接な関係をもつとみられる。すなわち第5図にみられるように $dW_s \propto dW_s - k \cdot Sp$ なる関係がみられ、両者の間には次式が成立する。

$$dW_s = 0.600(dW - 0.018Sp) - 71.7 \dots (5)$$

さらに、出穂後の乾物生産量および顕花数は前述したように、それぞれ生育時期別の窒素吸収量の函数として表現できるので、茎葉増加量も生育時期別の窒素吸収量の函数として次式にて表現できる。

$$dW_s = 0.600 \left[0.2093(N_L + dN)S - 1.7 - 0.8 \times 10^{-5} \right. \\ \left. \left\{ 4636N_1 + 540 - \left(9366 - \frac{37513 \times 10^3 N_2}{4636N_1 + 540} \right) \right\} \right] \\ - 71.7 \dots (6)$$

Fig. 5. Relation of the dry weight of shoots increased after the ear emergence (dW_s) to ($dW - 0.018 Sp$).

Note: dW ; Dry weight increased after the ear emergence.

Fig. 6. Relation of the dry weight of shoots increased after the ear emergence (dW_s) to ($dN - 1.8 \times 10^{-5} Sp$).

Table 2. Correlation coefficients between the dry weight ratio of ear to shoot and the some factors.

	Dry weight ratio of ear to shoot	Percentage of ripend grains
Yield	-0.16	0.42**
Percentage of ripend grains	0.49***	
Amount of carbohydrates in shoots at maturity	-0.37*	0.88***
dW/W_1	0.30	
$Sp./W_1$	0.36*	

一方、穂への炭水化物の集積と並行して、窒素の穂への集積が行なわれる。穂の窒素含有率は登熟期間を通じての変動は比較的少なく¹⁰⁾、ほぼ一定の含有率で経過する場合が多いので、茎葉とくに葉身より穂への窒素の移動量の多少は出穂後の窒素吸収量の多少と穂の容量との関連によつてきまる。そして、窒素の茎葉より穂への移動量の大きいほど光合成が低下しやすく、磷酸・苦土等の穂への移行量が多く¹⁰⁾、枯死脱落する葉の量も多いとみられる。したがって、出穂後における茎葉増加量も窒素代謝の面からみれば、穂の容量と出穂後の窒素吸収量との相互関係と密接な関係があるとみられる。第6図に示すように両者の間には強い正の相関がみられ、両者の関係は次式にて示される。

$$dW_s = 33.8(dN - 0.18 \times 10^{-5} Sp) - 18.9 \dots (7)$$

これらの事実から、窒素施用時期の異なる場合のモミワラ比は、穎花数と生育時期別の乾物生産量、あるいは生育時期別の窒素吸収量とによつて表現することができる。すなわち、出穂期の穂重および茎葉重をそれぞれ W_{E1} および W_{E1} とすれば、モミワラ比 Y は(1)式と(5)式より、 $C + dW/k \cdot Sp \geq 1$, $C + dC/k \cdot Sp \geq 1$ の時それぞれを $C + dW/k \cdot Sp = 1$, $C + dC/k \cdot Sp = 1$ とおくことにより、

$$Y = W_{E1} + \{1.23 \times 0.018 Sp(C + dC)/0.018 Sp\} + 5/W_{S1} + 0.600(dW - 0.018 Sp) - 71.7 \dots (8)$$

にて示される。(8)式は生育時別の窒素吸収量より(4)式と(7)式より、同様に

$$Y = \frac{1.312 \left\{ 4636N_1 + 540 - \left(9366 - 37513 \frac{10^3 N_2}{4636N_1 + 540} \right) \right\} \times \left\{ \frac{C + 0.1765(N_L + dN)S - 11}{4636N_1 + 540 - \left(9366 - 37513 \frac{10^3 N_2}{4636N_1 + 540} \right)} \right\} + 7}{33.8 \left[dN - 0.18 \times 10^3 \left\{ 4636N_1 + 540 - \left(9366 - 37513 \frac{10^3 N_2}{4636N_1 + 540} \right) \right\} \right] - 18.9} \dots (9)$$

にて示される。(8)、(9)式の計算値と実測値とはよく一致する(それぞれ $r = 0.894^{***}$ $r = 0.818^{***}$)。

モミワラ比と収量および登熟歩合との間には一定の関係はみられず(第2表)、登熟歩合と収量との間にも一定の関係はみられない。すなわち、モミワラ比および登熟の良否は必ずしも豊凶の指標とみることとはできない。モミワラ比と成熟期における茎葉に残存せる炭水化物量との間にも一定の傾向が認められない(第2表)このことから、モミワラ比はつねに炭水化物転流の良否の指標になるとはかぎらない。一方、茎葉に残存する炭水化物量と登熟歩合との間には正の相関がみられ、登熟歩合の良否は、主として穎花数に対する炭水化物生産量の多少によつて決定される場面の多いことをものがたっている^{1,10)}。

考 察

前報⁸⁾の慣行栽培で品種の異なる場合は、晩生種の晩植区を除き、モミワラ比は出穂期の乾物重に対する出穂後の乾物生産量あるいは穎花数の比とみることができ、生育時期別の遮光実験では、乾物生産量の制限により穎花数が極端に制限される場合には出穂期の乾物重に対する穎花数の比でモミワラ比が、その他の場合には出穂期の乾物重に対する出穂後の乾物生産量の比でモミワラ比がそれぞれ示された。これらの結果はいずれも、本実験でえられた実験式(1)、(5)および(8)によく適合している。前報^{8,9)}での実験では成熟期における茎葉重あるいは穂重が比較的単純に決定されていたために、モミワラ比も単純に表現できたものとみられる。本実験においても、モミワラ比は収量・登熟歩合および茎葉に残存する炭水化物量との間に直接的な関係はみられなかつた。モミワラ比は松尾³⁾の主張するような登熟の良否あるいは豊凶の指標とみること、長田⁵⁾の考えているように、転流の良否を反映しているとみることが必ずしも適当とはいえない。松尾は登熟の良否および収量の多少は茎葉から穂への養分の移動の良否によると考えていた結果および手島⁶⁾の冷害にあつた水稻の分析結果から考察したためにこのようなことを主張したものとみられる。しかし、収量は出穂後の乾物生産量の多少に支配されること、あるいは登熟歩合は穎花数に対する出穂後の乾物生産量の比に支配されることよりみても、モミワラ比

がつねにこれらの指標になるとみることが必ずしも適当といえないのはうなづける。すなわち、収量が多い場合は穎花数および出穂後の乾物生産量が多いとみられる。穎花数が多い場合は同一品種では出穂期の乾物重も多く^{10,11)}、さらに、出穂後の乾物生産量が多い場合は、出穂後の茎葉減少量も少なく、必ずしもモミワラ比が高くなるとは限らない。登熟歩合が高いために $(C + dW)/kSp$ が大きくなる必要があり、その時には $(dW - kSp)$ もある程度大きくなる。そのため、登熟歩合が高い時はつねにモミワラ比が上昇するとは限らない。さらに、本実験でみられるように登熟歩合と茎葉に残存する貯蔵炭水化物量との間に正の相関のあることよりみても、不受精モミの多発あるいは遅延型冷害による炭水化物の転流が極端に不良な場合を除

き、正常に水稻が成熟した場合にはモミワラ比は登熟の良否あるいは炭水化物転流の良否を示す指標とはみられない。成熟期に茎葉に残存する炭水化物量の多少は穎花数に対する出穂後の炭水化物生産量を示す指標とみられる。

このように、モミワラ比はつねに豊凶あるいは登熟の良否、炭水化物の転流の良否を示す指標になるとは限らない。それが豊凶の指標とみられるのは、ある特定の時期に特殊な災害（たとえば冷害による不受精モミの多発）にあうか、前報⁹⁾の場合のように特定の時期に乾物生産が制限され、そのために特定の収量構成要素が極端に悪影響をうけた場合のみであろう。

モミワラ比がつねに豊凶あるいは登熟の良否の指標とみられないとすれば、それがなにを表現し、栽培学的あるいは生理生態学的に何を意味するかが問題となる。モミワラ比を一次的に決定するとみられるのは前報⁹⁾でも指摘したように出穂期の乾物重に対する穎花数の比であるとみられる。すなわち一次的には出穂期までの乾物生産量の穎花数への貢献度を示す指標とみることができる。特殊な場合を除けば、出穂期の窒素量は穎花数と強い相関をもつことより¹⁷⁾、出穂前における窒素吸収量の乾物生産量への貢献度とみることができる。さらにモミワラ比に関与する出穂後の茎葉重および穂重の変化は出穂後の乾物生産量と穎花数との相互関係により決定されることから、モミワラ比は二次的には穎花数に対する出穂後の乾物生産量の比とみることができる。ごく一般の場合には、穎花数と出穂後の乾物生産量が正の相関を示す場合が多いこと¹⁷⁾よりみて、ごく一般にはモミワラ比は二次的に出穂期の乾物重に対する出穂後の乾物生産量の比とみることができる。しかし、本実験および前報⁹⁾の結果のように、穎花数（あるいは出穂期の葉身窒素量）と出穂後の乾物生産量とが相関を示さない場合は、穎花数に対して出穂後の乾物生産量が多すぎても、少なすぎてもモミワラ比は低下する。したがって、これらのことから、モミワラ比は出穂期までの乾物生産量と穎花数および出穂後乾物生産量のバランスの良否を示しているものとみられる。出穂期の乾物重の多少・穎花数の多少および出穂後乾物生産量の多少には、生育時期別の窒素吸収量が関係していることから、モミワラ比は生育時期別の窒素吸収量のバランスの良否を示しているものとみられる。

摘 要

1. 追肥時期の早いほど、出穂期および成熟期の全

物重は大きい、穂重および収量と追肥時期との間には一定の関係はみられず、モミワラ比と追肥時期との間にも一定の関係はみられない。

2. 穂重は穎花数と出穂後の乾物生産量との相互関係、すなわち穎花分化終期までの窒素吸収量とそれ以後の窒素吸収量との相互関係により決定される。茎葉重は出穂期の乾物重と出穂後の乾物生産量と穎花数との相互関係、すなわち、出穂期の乾物重と穎花分化終期までの窒素吸収量と出穂期以後の窒素吸収量との相互関係により決定される。

3. モミワラ比は登熟の良否・収量の高低あるいは成熟期の茎葉残存炭水化物量との間に一定の関係はみられない。したがって、モミワラ比はつねに豊凶および登熟の良否の指標になるとは限らない。それは、穎花数と生育時期別の乾物生産量のバランスを示す指標あるいは生育時期別の窒素吸収量のバランスの良否を示す指標とみるのがより妥当とみられる。

本実験の遂行に際し、農技研松島省三博士に種々指導を頂き、埼玉県庁真中技師、農技研松崎技官・椎橋技官にご協力を頂いた。ここに記して深謝の意を表する。

引用文献

1. 松島省三・和田源七 1958. 水稻収量の成立原理とその応用に関する作物学的研究 48, 水稻登熟機構の研究 (9) 出穂前貯蔵炭水化物・出穂後生産炭水化物及び出穂時窒素含量が水稻の登熟歩合並びに収量に及ぼす影響. 日作紀 27: 201—203.
2. 松島省三・和田源七・田中孝幸・松崎昭夫・星野孝文 1964. 水稻収量の成立原理とその応用に関する作物学的研究 72. 収量成立経過から見た直播水稻の追肥方法の研究 72. 33: 141—144.
3. 松尾大五郎 1953. 稲作 (診断篇) 183—188, 養賢堂.
4. ———村山登・吉野実・川原崎裕司 1957. 水稻の登熟過程における物質の動態に関する研究 1, (無機物) 土肥誌 28: 323—327.
5. 長田明夫 1966. 水稻品種の光合成能力と乾物生産との関係. 農技研報 D 14: 117—188.
6. 手島周太郎 1940. 水稻ワラの組成と糞の量について. 土肥誌 10: 334—339.
7. 津野幸人・稲葉伸由・清水強 1959. 主要作物の収量予測に関する研究. V 水稻群落の乾物生産と体内窒素並びに日射量との関係. 日作紀 28: 188

- 190.
8. 和田源七 1968. 水稻の同化産物の配分に関する研究 1. 移植時期を異にする水稻品種のモミワラ比について. 日作紀 37: 394—398.
 9. 和田源七 1968. 水稻の同化産物の配分に関する研究 2. 生育時期別の遮光処理が水稻のモミワラ比におよぼす影響. 日作紀 37: 650—655.
 10. 和田源七 1969. 水稻収量成立におよぼす窒素栄養の影響. 農技研報 A 16: 27—167.
 11. 和田源七・松島省三・松崎昭夫 1969. 水稻収量の成立原理とその応用に関する作物学的研究 87. 出穂期までの乾物生産におよぼす窒素の影響ならびに乾物生産と単位面積あたり穎花数の成立内容との関係. 日作紀 37: 557—564.

Distribution of Photosynthate in Rice Plant

III. Effect of the time of application of nitrogen on the dry weight ratio of ear to shoot at maturity of rice plant

Genshichi WADA

(Faculty of Agriculture Tohoku University, Sendai)

Summary

Application of nitrogen at different growth stages varied the total dry weight at the ear emergence and at maturity. The early application of nitrogen increased the total dry weight and straw weight at the ear emergence and at maturity much more than late ones. But the dry weight of ears at maturity and the grain yield had not always definite relation with the time of application of nitrogen. In case of the time of application of nitrogen being different, the dry weight of ears at maturity had not always definite relation with the dry weight produced after the ear emergence nor the number of spikelets, in spite of it being strongly affected by them.

Except the treatment applied nitrogen after the rate spikelet initiation stage, the dry weight of ears at maturity was positively correlated with the dry weight produced after the ear emergence. But in all the treatments applied nitrogen after the late spikelet initiation stage, the dry weight of ears at maturity was positively correlated with the number of spikelets. So, the dry weight of ears at maturity was determined by the inter-relationship of the number of spikelets and the dry weight produced after the ear emergence as reported previously.

Dry weight of shoots increased after the ear emergence was represented as the difference of the dry weight produced after the ear emergence and the dry weight which ears needed.

The number of spikelets was determined by the interrelationship of the amount of nitrogen absorbed by the late spikelet initiation stage and that absorbed during the period from the late spikelet initiation stage to the ear emergence as reported previously. And the dry weight produced after the ear emergence was positively correlated with the product of the amount of solar radiation during the ripening period by the sum of the amount of nitrogen in leaf-blades at the ear emergence and the amount of nitrogen absorbed after the ear emergence. So, the dry weight of ears and shoots, the dry weight ratio of ear to shoot at maturity could be represented as a function of the amount of nitrogen absorbed at different growth stages.

In this experiment, the dry weight ratio of ear to shoot had not definite relation with grain yield, the percentage of ripened grains and the amount of carbohydrates in shoots at maturity, respectively. So, it could not always be taken as the index of the diagnosis of the yield, the percentage of ripened grains and the translocation of carbohydrates from shoots to ears, but could be taken as the index of the diagnosis of the interrelationship of the dry weight production at different growth stages and the number of spikelets, or the index of diagnosis of the interrelationship of nitrogen absorbed at different growth stages.