

無施肥田と施肥田における水稲 の生育反応の差異

竹内史郎・奥村俊勝・長谷川浩*

Some Differences of Growth Responses of Rice Plants Grown on Nonmanured and Fertilized Conditions

Shiro TAKEUCHI, Toshikatsu OKUMURA and Hiroshi HASEGAWA*

Synopsis

Some growth responses were compared among rice plants grown in non-manured and fertilized conditions. The results are as follows.

- 1) In seedling stage, the effects of fertilizer were occurred on the number of tillers per plant. In addition, close planting was also resulted in the decrease of tillers. And, as a whole, the dry weight of seedling was generally proportioned to the number of tillers.
- 2) On paddy field, "the accelerating effect" on dry matter production was recognized under fertilized condition for about 30 days after transplanting. And, this effect was manifested preferably on the top growth, then, T/R ratio was widened at middle of growing season. Furthermore, the growth of roots was retarded at middle and late stages of season by perhaps the infestation of root-rotting.

In contrast, the relative growth ratio (RGR) decreased more gradually under non-manured condition, especially in root growth at the late stage. These facts resulted in that the dry weight of roots of non-manured plants was more than that of fertilized plants.

The autumn vigor or "Akimasari" phenomena which observed generally on non-manured paddy fields may be due to the above reasons.

I 緒 言

著者らは、昭和50年以来、水稲の無施肥栽培法と施肥栽培法を対比して比較栽培学的研究を行なっている。本報は、昭和52年までの実験結果のうち、両栽培法による水稲の生育反応の差異が、比較的単純かつ明瞭に示されたものについてまとめたものである。内容は、それぞれ独立的に行なわれた苗代期に関する実験と、本田期についての実験の結果からなっていて、何れも、主として個体当り乾物重増加の

様相について比較したものである。これまでも、関谷¹⁾は水稲幼植物について、また、五島ら²⁾や津野ら³⁾は本田期について、それぞれ乾物増加を問題としたが、これらはいずれも、施肥量を変えた場合（実験条件としてのN欠も含む）や、多肥条件のみに関するもので、本報のような長期間の無施肥条件を取扱ったものは見当たらない。

II 実験方法

実験1 本実験は、播種密度が苗の生育に与える

*農学科、作物学研究室 (Lab. of Crop Science, Dept. of Agriculture, Kinki Univ., Higashiosaka, Osaka, 577, Japan)

影響について、無施肥条件と施肥条件下の比較を行ったものである。土壌は、滋賀県栗太郡栗東町辻に所在する長期無施肥田（前報⁴⁾）より採取して、本学へ持ち帰ったものを使用した。苗床は、内法・30×25×8 cmの木製播種箱に上記の土壌をつめ、そのまま肥料を全く用いない無施肥区（n区）と、1株当りN・P・K、それぞれ1.0gを施用した施肥区（F区）を設け、おのおの、3×3 cm（1区）、2×2 cm（2区）、1×1 cm（3区）の播種間隔で3段階の播種密度区を設けた。品種はベニアサヒを供試し、播種は昭和52年4月27日に行ない、生育中は草丈の伸長状況を調査し、6月10日に苗を抜取って地上部と地下部に分けて生育量を測定した。

実験2 本実験は、前記と同じ播種箱に、本研究室の実験用土壌をつめ、無施肥条件で育苗したフジミノリ、中生新千本およびベニアサヒの3品種の苗を、栗東町辻の無施肥田および隣接する施肥田の、農道をはさんで相接近するそれぞれの一角に、各品種3×3 mの実験区を設定して、昭和52年5月9日に定植して開始した。本田生育期間中に、品種の早晚性により5～6回の抜取調査を行ない、地上部および地下部の乾物重を求め、相対生長率（RGR）の推移を比較した。栽培条件は、無施肥田においては3回の手取り除草を行ったのが唯一の管理であり、かんがい水は常時掛流しされた。また、施肥田においては、N・P・K、それぞれ約12kg/10a程度の割の施肥のほか、除草剤2回とその他の通常の農薬が用いられ、かんがい水は、本田初期には多く、分けつ末期以降は、穂孕み～開花期を除いては、必要最少限に近い状態に保たれた。

Ⅲ 実験結果と考察

実験1 育苗中の各区の草丈の推移をFig. 1に示した。草丈の伸長は、施肥条件より無施肥条件で、また、播種密度が高いほど、いずれもより強く抑制された。図から抑制が顕著になった時点を求めると、施肥区においてはいずれの区も播種後37日（6月3日）以後であったのに対し、無施肥区では少くとも7日早く、5月27日以後であった。なお、播種後23日まではn-3区を除いて区間差は極めて少なかった。これらのことから、育苗初期においては、苗の養分要求程度が少なく、施肥の効果は現われないが、その後の育苗中期に、施肥による促進効果と、密植による抑制効果が同時に作用したことになる。なお、密植による抑制効果の程度は、無施肥区と施肥区で大きな相違がみられなかった。

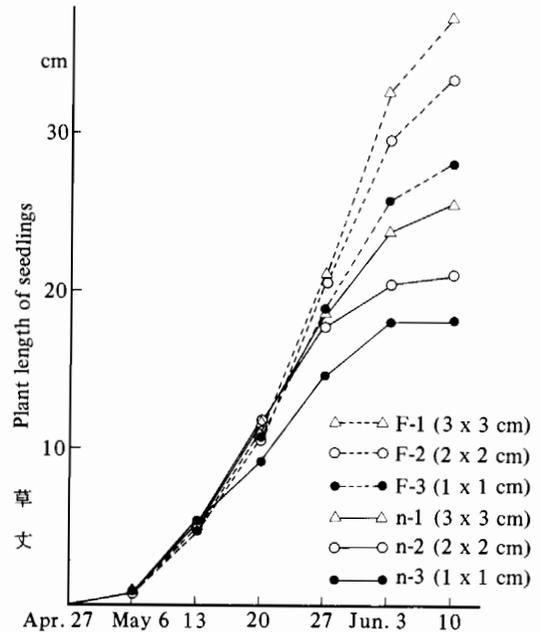


図1 育苗中の草丈の変化

Fig. 1 Changes of the plant length of seedlings
F: Fertilized condition, n: Non-manured condition
(): Planting densities

次に、育苗終了時の苗の生長量をFig. 2に示した。まず、苗1個体当たり茎数をみると、施肥区では各区とも分けつを生じ、その数は播種密度が高いほど少なかった。これに対し、無施肥区ではいずれの播種密度においても分けつは全く生じなかった。しかし、地上部と地下部の乾物重では、施肥区では両者ともに密植による抑制が認められ、その程度は茎数に対するそれと比例した。また、地上部よりも地下部において、密植による抑制程度が大であった。これに対し、無施肥区では、地上部乾物重に、密植による抑制が明らかに認められ、この抑制は苗が分けつを生じていないので、主稈が受けたものであった。根部の乾物重では無施肥区と施肥区の差が、地上部のそれより少ないが、密植による抑制程度は、両区で相似ていた。また、地上部と地下部に対する抑制効果の割合をT/R比によってみると、図から無施肥による生長抑制効果は、地上部により大きく作用したのに対し、密植によるそれは地下部に対してより大きく、とくに無施肥区において著しかった。以上のことから、施肥条件で生育する苗は、分けつの発生によって著しく生長量が増し、また、密植による抑

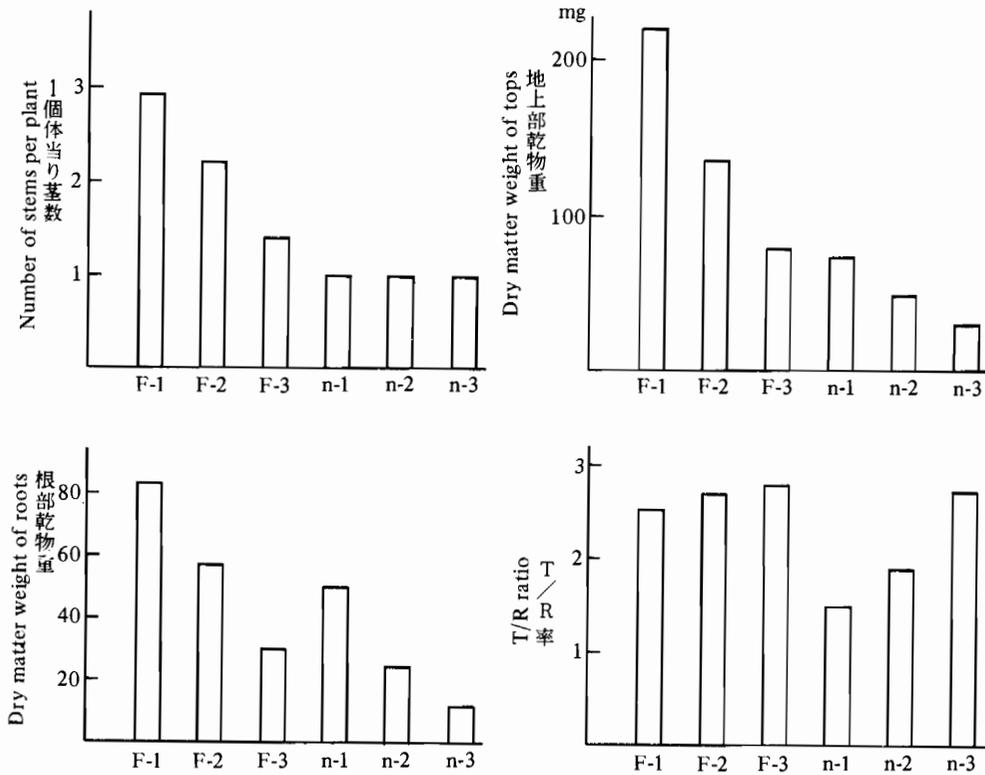


図2 育苗終了時における苗の生育反応

Fig. 2 Some growth responses of seedlings at the end of nursery stage.

制も分けつ数の減少として現われ、地上部・地下部の生長量も、おゝむね茎数に比例するといえる。これに対し、無施肥条件で生育する苗は、分けつを生じる余力がなく、反面、主稈の生長量が下支えすることによって、密植による生長抑制は、地上部にはむしろ少なく、地下部に大きく現われると言い得るのである。

実験2 本田期間中の地上部および地下部の個体当たり乾物重の変化を、それぞれFig. 3, Fig. 4に示した。両図とも供試した3品種間で、若干の差がみられるが、それは生育期間の長短によるもので、変化の型には品種間差は認められなかった。したがって、結果は極めて単純である。すなわち、無施肥田と施肥田における乾物重増加の違いは、品種によらず、移植後約1ヶ月間の生長速度の差に集中的に現われ、その後は、両区の推移はほとんど平行的であり、施肥田における追肥の施用も、その後の乾物重増加の型に何らの変更も加えることはなかった。第2の相違点は、生育後期における根部乾物重の推移

にみられた。すなわち、施肥田では凋落的であったのに対し、無施肥田では生育末期まで生長を続けたことで、とくに生育期間の長い品種で、これが顕著であった。Fig. 5およびFig. 6は、これらの変化を、それぞれ地上部乾物生産におけるRGRおよび T/R 比の変化として示した。まず、RGRをみると、生育初期の差が大きく、中期では全く差がなくなったが、後期においては、無施肥区の低下が少なく、品種によっては無施肥区が上廻った。 T/R 比は、生育初期には無施肥区と施肥区で差がなかったが、中期において施肥区の増大が大きく、この差は生育後期にますます拡大する傾向を示した。ここで注目すべきことは、この無施肥田は長年にわたって徹底的な無施肥条件が続けられているのに対し、施肥田では多肥条件が続けられていて、栽培条件としての両区の差は極めて著しいことである。かような栽培条件の大差に対して、乾物生産の型における生育反応の差異は、僅かに生育初期の約30日間に限られたことである。言いかえれば、施肥は初期生育(乾物生産)の〈加

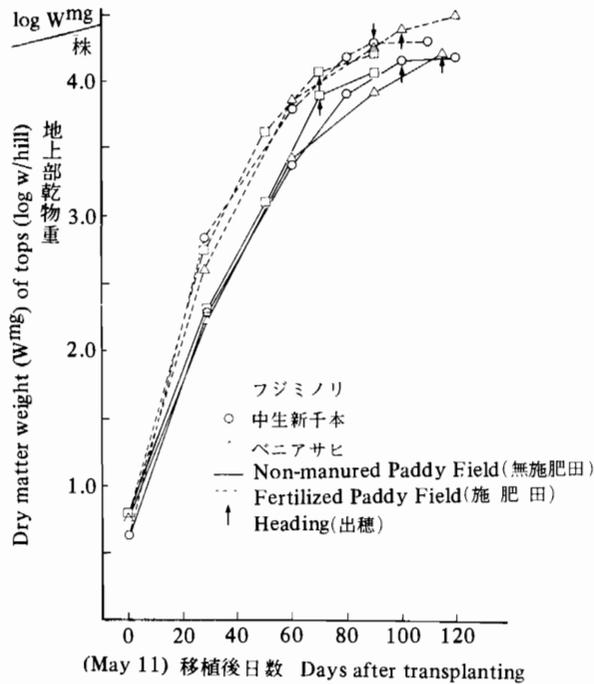
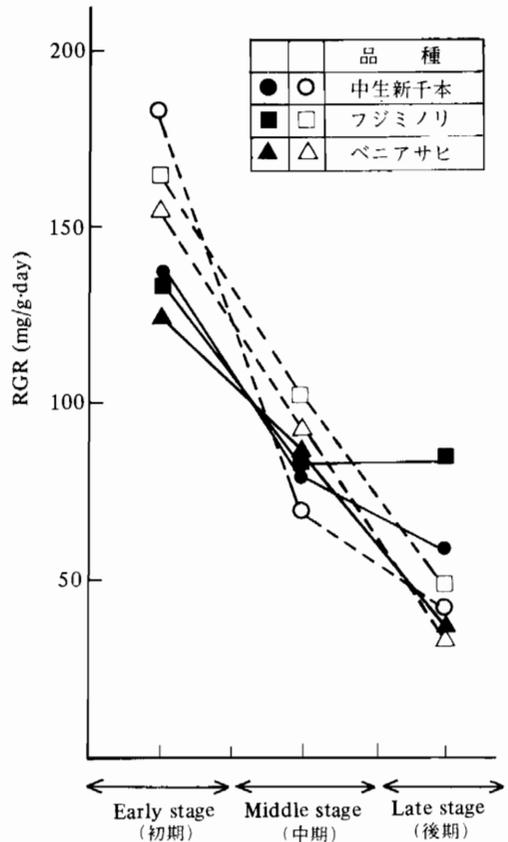


図3 本田期における地上部乾物重の増加状況

Fig. 3 Increases of dry matter weight of the tops on paddy field period



品種	生育期 stages		
	Early stage	Middle stage	Late stage
中生新千本	5/11 ~ 6/7	6/7 ~ 7/8	7/8 ~ 7/28
フジミノリ	5/11 ~ 6/7	6/7 ~ 6/27	6/27 ~ 7/18
ベニアサヒ	5/11 ~ 6/7	6/7 ~ 7/8	7/8 ~ 8/8

図5 本田期における地上部乾物重の相対生長率の変化

Fig. 5 Changes of RGR in the top growths

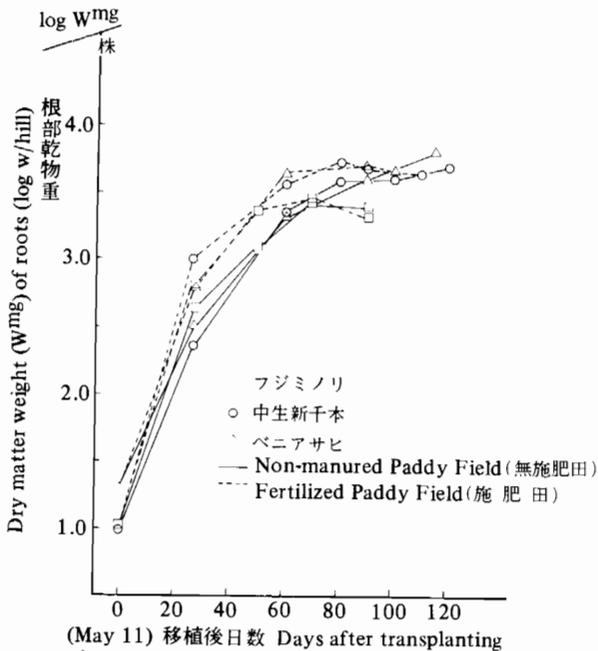


図4 本田期における根部乾物重の増加状況

Fig. 4 Increases of dry matter weight of the roots on paddy field period

速手段)であることが明らかにされたことになる。なお、推察を加えて付言すれば、この初期生育の(加速効果)は、そのほとんどが基肥に対する反応と考えられる。これに対し、追肥は(加速)された生育反応の(失速)を防ぐ調整的な役割をもっていると考えられる。さらに、無施肥区においては、生育後期の生長速度の低下が比較的少ないが、これは無施肥区が概して「秋優り」的生育型を示すことの一因に相違ない。いま、この望ましい生育型を、水稻の生育において、より正常なものとするならば、施肥区における生育後期の生長速度の著しい低下は、生長の(失速現象)であると解釈することができ、それは、とりもなおさず現行の多肥栽培法

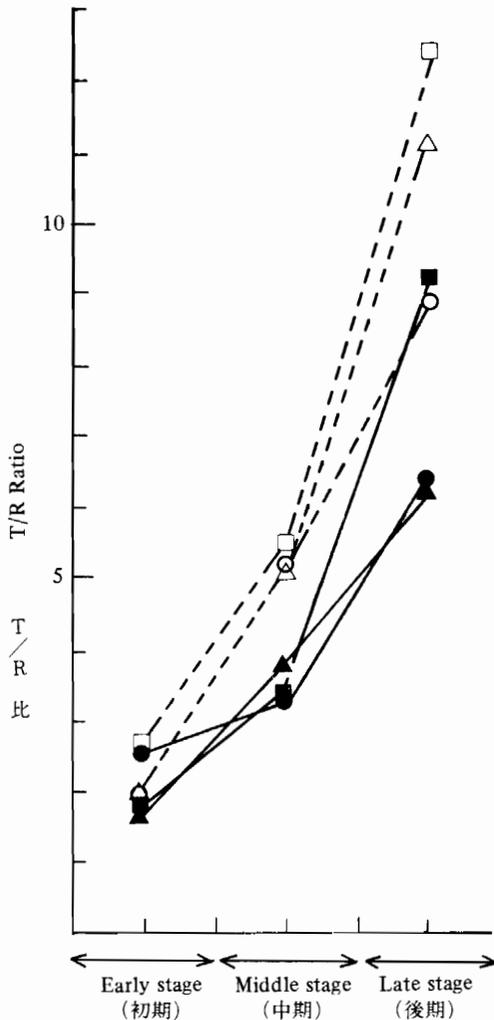


図6 本田期におけるT/R率の変化
Fig. 6 Changes of T/R ratio

の施肥体系の不完全さを示すものにほかならない。

根部の生長について考えると、生育中期までの両区における生長反応の差は、地上部のそれと大差ないが、 T/R 比が生育中期に明らかな差を示したことから、上記の初期生育の〈加速効果〉は、地上部に優先的に現われたことがわかる。その後の、中期～後期においては、施肥区では根部の生長は全く停滞的となったのに対し、無施肥区では生育末期まで生長が続いたため、 T/R 比の差は拡大した。無施肥田においては、生育後期においても、還元による土壤の黒色化も、黒色根も発見されず、土壤は終始酸化状態にあったが、このことが根の健全を維持し、末期まで続いた生長を許した理由であることは疑いない。

い。これに対し、施肥田では、土壤中に炭素源が多く存在し、かつ、窒素や硫酸根などの還元化の進行を助長する物質を多量に含んでいて、生育後期においては、土壤の強還元化による腐根の発生による根の減量と、新根の再生による増量が、ほぼ相等しくなったものと思われる。このことが、施肥田の「秋落ち」的生育、あるいは少なくとも「秋優り」傾向を示さなかったことの原因とするのは困難ではないであろう。

上記のことから、施肥田の生育型を要約すると、基肥によって、地上部に優先的に現われる初期生長の〈加速効果〉がもたらされ、その後は生長速度は急速に低下しつつも、地上部乾物重は全生育期間を通じ高く維持されて増収につながっていく。この場合、追肥は乾物生産においては〈失速〉を防ぐ調整的な役割をもつに過ぎず生長の型を変更させるほどの効果は示さない。また、生育中期以後は、土壤の還元化に伴って根の乾物重増加が停滞的となり、遂には末期まで根の増量が続く無施肥田の根量に劣る結果となり、これが「秋優り」型生育を阻害することになる。

最後に、施肥田における水稻栽培の要点の一つは、生育中～後期の根腐れ防止であることは、本実験の結果をみても広く受け入れられているところであるが、施肥田の土壤の還元化は、土性によっては通常避け難いことを考えると、対策は根の酸化力を高く維持することに尽きるであろう。ところで、施肥田では生育中期にすでに T/R 比が有意に高くなっていて、このことは、それ以後の地上部の生長が、単位根量当りの根の生理的活性をより高めることを強制することを示唆するもので、これが根の酸化力を低下させる原因になることが考えられる。さらに、この遠因をなすものが、地上部初期生育に優先的に働らく、基肥による〈加速効果〉にあるとするならば、基肥の施用法として、地上部と同時に根部の生長をも促すような方法、あるいは少なくとも地上部の生長を幾分抑えて根部の生長との平衡をよりよくするような方法が必要とされることを示唆するであろう。

IV 要 約

(1) 滋賀県栗太郡栗東町辻にある長期無施肥田の土壤を採取して播種箱につめ、無施肥区と施肥区を設け、おのおのに3段階の播種密度区をつくり、育苗期の生育反応を比較した(実験1)。

(2) 上記の無施肥田と、これに隣接する施肥田に、

3品種の水稻を移植し、本田期の地上部と根部の乾物重増加の推移を比較した(実験2)。

(3) 実験1では、施肥の効果は草丈と分けつ数に顕著に現われ、また、密植による生育抑制は、地上部と根部にほぼ等しく作用し、苗の乾物重に対しても、苗の茎数におよそ比例する作用を及ぼした。これに対し、無施肥条件では、いずれの播種密度においても分けつをみず、1本の主稈の生育が乾物増加の下支えをする形となり、また、密播による抑制程度は、地上部で少なく、地下部で大きかった。

(4) 実験2では、生育初期約30日間に、地上部および根部の乾物生産について、施肥条件が初期生長の〈加速効果〉をもたらすことを認めた。そして、この効果は、根部より地上部に優先的に作用した。生育中期以後の地上部乾物重増加の推移は、無施肥区のそれと全く平行し、施肥区が終始優位を保った。なお、追肥は乾物重増加の型に何らの変化も与えず、〈加速〉された生長速度の〈失速〉を防ぐ調整的な

作用を及ぼすにすぎないものと推定された。

(5) 生育中～後期における根部乾物重増加は、施肥区では停滞したのに対し、無施肥区では末期まで生長が持続して、生育期間が長い品種では施肥区の根量を上廻る結果を得た。そして、このことが無施肥田で一般的にみられる「秋優り」傾向の最も主要な理由であろうと推察した。

(6) 上記の結果には、品種間で特筆すべき差異を見出せなかった。

引用文献

- (1) 関谷福司：日作記，36，302～309（1967）
- (2) 五島 康・安藤隆夫：同誌，40別号2，13～14（1971）
- (3) 津野幸人・佐藤享・堀内悦夫：同誌42別号1，77～78（1973）
- (4) 長谷川浩・竹内史郎・奥村俊勝・江菅洋一：近畿作物・育種談話会報，22，1～4（1977）

（昭和53年10月16日受理）