Japanese Society of Soil Science and Plant Nutrition

短期栽培用水稲品種の生育と養分吸収経過に及ぼす作期移動の影響*

山本由徳**・吉田徹志**・吉川義一**

キーワード　水稲短期栽培用品種，作期，稚苗，養分吸収，玄米収量

1. はじめに

わが国の西南暖地における稲作可能期間は寒冷地に比べて長く，種々の作期がみられる．たとえば高知県においては3月下旬の早期栽培水稲の播種から，11月下旬の晩期栽培水稲（二期作二番稲）の収穫まで長期にわたっており，この稲作期間には，さらに早植，普通期栽培水稲をはじめ，早掘りカンショ，ハウス野菜，タバコ，イグサ跡などの後作（晩植）栽培水稲が含まれる．とくに，後作水稲の栽培は水田の高度利用のみならず，連作障害の軽減のための土壌管理，畑作物の有機物源として重要性を増している．しかし，後作栽培水稲はハウス野菜のように収益性の高い作物の補完的な立場にあり，本田期間の短いことが要求される．

従来，作期の移動が水稲の生育・収量に及ぼす影響については，成苗移植時代に多くの研究が蓄積された[1~6]．しかし，これらの研究の多くは西南暖地における多収穫栽培，秋落ちあるいは台風被害の回避技術として早期および早植栽培の有効性に着目したものであり，水田の高度利用の観点からの研究は少ない．最近育成され普及しつつある水稲品種フジヒカリは，食味良好で野菜促成栽培の前作としても栽培可能な短期栽培用品種であり，しかも早期～晩期栽培まで作付けが可能である[7]．しかしながら，本品種については，作期移動に伴う生育および収量の安定や向上に関する栄養生理的知見が少ない．

本報告では，西南暖地の多様な作期のいずれにも栽培が可能である上述の短期栽培用品種を供試して，作期を移動させた場合の気温・日照を主とする環境条件と生育，養分吸収経過ならびに収量との関係について検討し，本品種を水田の高度利用のための晩植あるいは晩期栽培に導入する際の収量の安定や向上に関する問題点を明らかにすることを目的とした．

2. 実験材料と方法

1) 供試品種と育苗方法ならびに本田での栽培方法

水稲品種フジヒカリの催芽もみを，第2表に示した1983年の3月～6月にかけて約1カ月ごとに田植機用育苗箱に播種した．育苗箱には床土として，あらかじめ箱当たり窒素（硫酸アンモニウム）1.26 g，リン酸（過リン酸石灰）1.05 g，カリ（塩化カリウム）1.82 g を混合した山土約 3.5 kg を充填した．播種量は箱当たり乾もみ換算で 100 g とし，播種後は本学部附属農場の慣行法により育苗した．

移植は各作期とも苗が葉齢 3.5 前後に達した4月 15日，5月9日，6月6日および7月5日（以下，それぞれ4月，5月，6月，7月植と略す）に，本学部附属農場の水田に条間 30 cm，株間 17 cm（19.6 株/m^2）で，1株3本植として手植した．試験区は各作期とも1区制（203 m^2）とした．試験田土壌の理化学性を第1表に示した．各作期とも基肥は移植前日の植代時に化成肥料（N 12%-P_2O_5 18%-K_2O 14%）を 50 kg/10 a（成分量 N, 6.0; P_2O_5, 9.0; K_2O, 7.0 kg）全層に施用し，また追肥は穂肥のみとし，化成肥料（N 17%-P_2O_5 0%-K_2O 17%）を 15 kg/10 a（成分量 N, 2.55; K_2O, 2.55 kg）ずつ表層に，出穂期前 28～7 日の間に2回施用した．なお，雑草の防除は主として除草剤により，また病虫害の防除は農薬散布により適宜行った．

2) 調査項目および方法

i) 地上部の生育：各作期とも試験区の3箇所について，それぞれ6株ずつ，合計 18 株について移植後約1週間ごとに草丈，茎数の調査を行うとともに，成熟期に最長稈長の調査を行った．また，移植後約 15 日ごとに試験区の3箇所から5株ずつ，合計 15 株を抜き取り，付着した土をていねいに洗い流した後，それぞれの株の草丈，茎（穂）数を調査し，平均茎数および草丈に最も近い株を各箇所から1株ずつ選び，株ごとに葉面積を自動葉面積計（林電工社製，AAM7 型）で測定した．そ

---

* 水稲の作期移動に関する研究（第1報）
本報告の一部は 1984 年 10 月，日本土壌肥料学会関西支部会で発表した．

** 高知大学農学部（783 南国市物部乙 200）

昭和63年1月14日受理
日本土壌肥料学雑誌 第59巻 第3号 p. 279～287（1988）

NII-Electronic Library Service

Japanese Society of Soil Science and Plant Nutrition

第1表 供試水田* の理化学性（作土：0～10cm）

pH(H_2O)	T-N (%)	T-C (%)	トルオーグ-P_2O_5 (mg/10 g)	CEC (meq/100 g)	土性
5.5	0.052	0.634	5.60	13.6	SCL

* 山土客土田（客土後3年目）.

して，全株の地上部を90℃ で1～2時間，65℃ で48時間以上通風乾燥して，葉身，葉鞘＋茎（稈），穂および枯死部（葉身と葉鞘）に分けて乾物重を測定した．株当たりの平均葉面積は，全株の平均葉身乾物重に葉面積を測定した3株の平均葉面積/平均葉身乾物重比をかけて求めた．

ii） 成分分析：各作期の部位別乾物試料の一部について，窒素（N）をセミミクロケルダール法で，リン（P），カリ（K）は過酸化水素-硫酸分解[8]後，それぞれ MURPHY ら[9]の方法，原子吸光法で分析した．また，出穂期と成熟期における葉鞘＋稈内の炭水化物（全糖およびデンプン）を村山ら[10,11]の方法に従って，ソモギー法で分析した．

iii） 出穂期における根の生育：各作期とも試験区の3箇所から3株ずつ，合計9株について株を中心に約20×20×20cm の土塊を掘り上げ，土をていねいに洗い流した後，根数を測定し，さらに上述の方法で通風乾燥後，乾物重を測定した．

iv） 収量および収量構成要素：上述の地上部の生育調査株（合計 18 株）を各作期とも成熟期に抜き取り，十分に風乾した後に全株について松島ら[12]の方法によって収量構成要素を求めた．そして，それらの積により株当たり平均収量を算出し，面積当たりの植付け株数から10a当たりの収量を算出した．

なお，実験期間中の気象データについては本学部の気象観測月報によった．

3. 実験結果と考察

1） 生育時期および気象条件

作期別の生育時期および生育期間を第2表に示した．播種期から移植期，移植期から最高分げつ期，幼穂形成期（出穂期前 30 日）および出穂期まで日数はいずれも作期がおそいほど短くなったが，登熟期間は4月植を除くと移植時期の遅れに伴い長くなる傾向がみられた．そして，本田生育期間および全生育期間は作期のおそいほど短くなり，4月植と7月植の差は前者で 21 日，後者で 34 日であった．とくに普通期～晩植・晩期栽培にあたる6月以降において，稚苗移植した場合にも本供試品種は3カ月前後の本田期間で収穫でき，短期栽培用として適した特性をそなえている[7]．また，4，5月植では最高分げつ期と幼穂形成期がほぼ一致したのに対して，6，7月植では幼穂形成期後に最高分げつ期が出現した．

上述した作期による生育日数の差異は，品種の基本栄養生長性，感光性および感温性に関係するものであるが，主として播種あるいは移植期から幼穂形成期までの栄養生長期間の気温の高低によってもたらされる（第3表）．しかし，全生育期間あるいは本田期間の積算気温の作期間差は小さかった．また，登熟期間の日平均気温は25.3～29.3℃ で作期による一定の傾向はみられなかっ

第2表 生育時期および生育期間

作期	播種期	移植期	最高分げつ期	幼穂形成期	出穂期	成熟期	播種～移植	移植～最高分	播種～出穂	移植～出穂	出穂～成熟	本田生育期間	全生育期間
4月植	3.18*	4.15	6. 3	5.31	6.29	8. 1	28**	49	103	75	33	108	136
5月植	4.19	5. 9	6.17	6.16	7.15	8.13	20	39	87	67	29	96	116
6月植	5.20	6. 6	7.15	7. 4	8. 2	9. 5	17	39	74	57	34	91	108
7月植	6.20	7. 5	8. 5	7.25	8.23	9.30	15	31	64	49	38	87	102

* 月.日，** 日.

第3表 生育期間別積算気温（ΣT）および日平均気温（MT）

作期	播種～移植		移植～幼形*		幼形～出穂		移植～出穂		出穂～成熟		本田生育期間		全生育期間	
	ΣT	MT	ΣT	MT	ΣT	MT	ΣT	MT	ΣT	MT	ΣT	MT	ΣT	MT
4月植	581.5	20.8	883.6	19.2	635.6	21.9	1519.2	20.3	833.7	25.3	2352.9	21.8	2934.4	21.6
5月植	478.0	23.9	782.2	20.6	691.9	23.9	1478.1	22.1	807.8	27.8	2285.9	23.8	2763.9	23.8
6月植	424.8	25.0	621.2	22.2	757.7	26.1	1378.9	24.2	969.7	29.3	2348.4	25.8	2773.2	25.7
7月植	400.3	26.7	504.0	25.2	863.2	29.8	1367.2	27.9	997.1	26.3	2364.2	27.2	2764.5	27.1

* 幼穂形成期.

NII-Electronic Library Service

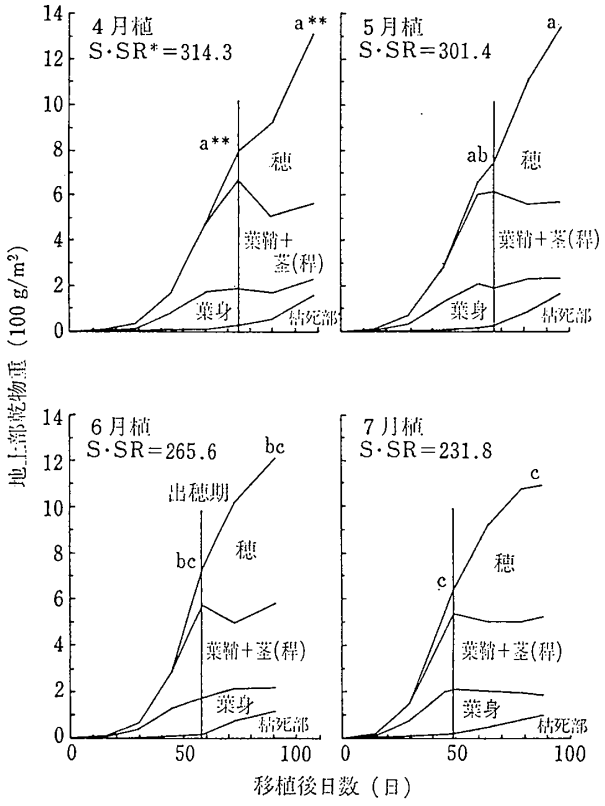
Japanese Society of Soil Science and Plant Nutrition

たが，いずれも登熟適温とされている21.5～22.0℃[13,14]に比べて高く，全体に登熟期間を短くしたものと考えられた（第2表）．これらの結果は，成苗についての既報[3,5,6]の結果とほぼ一致した．

各生育期間の積算日照時間は，生育日数が長い作期ほど多くなる傾向がみられたが，日平均日照時間については4月植の播種期から移植期および7月植の登熟期間で他の作期に比べてやや少なかった以外に大差は認められず，全生育期間では 8.1～9.3 時間，本田期間では 8.6～9.5 時間であった．このように試験実施年度は日照時間が多く，梅雨期においても降水量が少なかった．また，7月下旬から8月上・中旬にかけての気温が平年に比べて高く，最高気温が 35℃ を超える日がしばしばみられた．

2) 地上部の生育

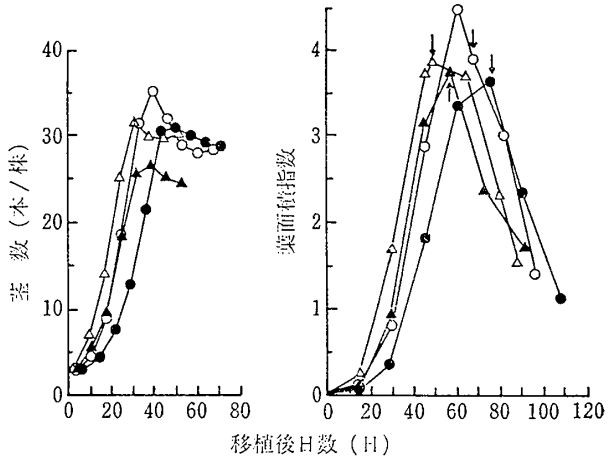
第1図には移植後の部位別乾物重の推移を示した．移植後 40～50 日目までの地上部乾物重の増加は作期が早いほど緩慢であった．作期が早いほど移植後の気温が低く（第3表），草丈の伸長速度および茎数の増加速度が遅く，それに伴って葉面積の展開速度が小さかったためであろう（第2図）．しかし，作期の早い区では，その後は気温の上昇に伴って生長速度が速くなり，出穂期にかけて急激に乾物重が増加し，出穂期の地上部全乾物重は作期の早い区ほど重くなった．これらの結果は従来の報告[1,4~6]と一致した．なお，最終草丈は6月≧5月≧7月＞4月植の順に，また稈長は5月＞6月＞4月≒7月植の順に高かった．最高茎数は5月＞4月≒7月＞6月植となり，葉面積指数（LAI）は各作期とも出穂期前後に最大値を示し，出穂期における LAI は3.6～3.9の範囲にあった（第2図）．各作期の分げつ期間は葉身の N 含有率が 3.5% 以上[15]の期間とほぼ一致しており（第2，3図），分げつ期間の葉身 N 含有率は4，5月植で6，7月植に比べて高く推移した．7月植では従来



第1図　移植後の部位別乾物重の推移

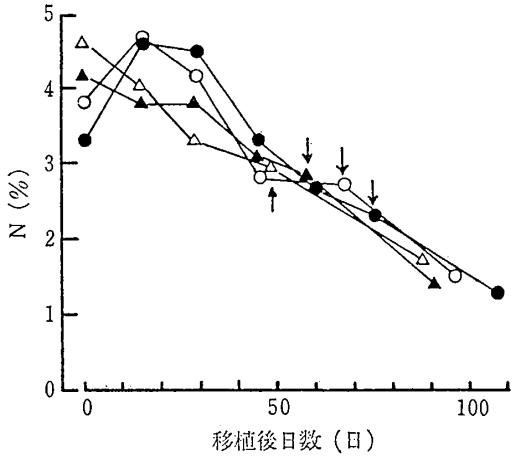
* シンク/ソース比（出穂期の穎花重/葉面積，mg/dm²）．

** 異なるアルファベット間には5%水準の有意差のあることを示す（ダンカンの多重検定）．



第2図　茎数および葉面積指数の推移

●，4月植；○，5月植；▲，6月植；△，7月植；↓，出穂期．



第3図　葉身の窒素含有率の推移（枯死部を除く）

●，4月植；○，5月植；▲，6月植；△，7月植；↓，出穂期．

NII-Electronic Library Service

Japanese Society of Soil Science and Plant Nutrition

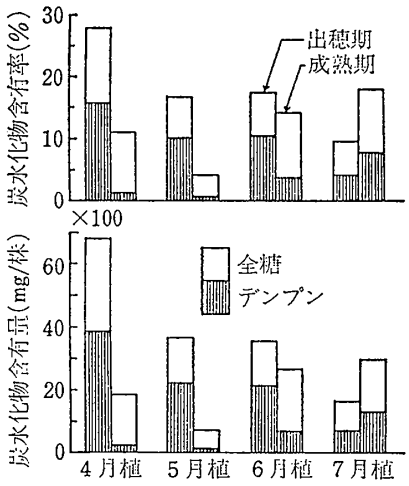
第4表 出穂期および成熟期の部位別乾物重と出穂期・成熟期間における乾物重の増減（g，株当たり）

部位	出穂期				成熟期				成熟期－出穂期			
	4月植	5月植	6月植	7月植	4月植	5月植	6月植	7月植	4月植	5月植	6月植	7月植
穂	6.20	6.34	5.80	4.87	38.15	39.50	32.63	29.44	31.95	33.16	26.83	24.57
葉鞘＋稈(a)	24.32	21.84	20.40	16.70	16.64	17.05	18.62	16.55	−7.68	−4.79	−1.78	−0.15
葉身(b)	8.38	8.44	8.44	9.88	3.19	4.01	4.94	4.60	−5.19	−4.43	−3.50	−5.28
$a+b$	32.70	30.28	28.84	26.58	19.83	21.06	23.56	21.15	−12.87	−9.22	−5.28	−5.43
枯死茎葉	1.21	1.28	0.54	1.00	8.82	8.21	5.92	5.29	7.61	6.93	5.38	4.29
地上部合計	40.11	37.90	35.18	32.45	66.80	68.77	62.11	55.88	26.69	30.87	26.93	23.43

の報告[1,3,6]と異なり，最高茎数が4月植と同程度に確保されているが，この現象には試験年の気象条件が関与したと思われる．すなわち，分げつ盛期に相当した7月下旬から8月上旬にかけての日照時間が多く，それに加えて最高気温が平年に比べてかなり高く，日中の最高水温が35～40℃（実測による）の日が続き，角田[16]が指摘しているように分げつの発生がこのような高水温によって促進されたためと考えられた．

つぎに，出穂期から成熟期にかけての地上部全乾物重の増加量は，日照時間の少なかった7月植で他の作期に比べてやや劣ったことを除くと明瞭な作期間差異はみられなかった．しかし，増加パターンには作期による明瞭な相違がみられ，作期が早いほど登熟期後半の，また作期がおそいほど登熟期前半の増加量が大きくなる傾向がみられた．そして，成熟期における地上部全乾物重は，作期の早い4，5月植で6，7月植に比べて有意（5%水準）に優った．

ここで部位別の乾物重の推移をみると，各作期とも葉身および葉鞘＋茎（稈）の乾物重は出穂期頃に最大値を示し，その後減少した（第1図）．登熟期間における部位別乾物重の減少量（成熟期－出穂期）をみると，葉身は7月＞4月＞5月＞6月植の順に，また葉鞘＋稈は4月＞5月＞6月＞7月植の順に大きく，これら両者を合わせた茎葉部の減少量は既報[1,2,6]の結果と同様に作期が早いほど大となった（第4表）．また，葉身と葉鞘＋稈の乾物重の減少量を比較すると，4月植では葉身に比べて葉鞘＋稈の減少量が大きく，5月植では両部位の減少量がほぼ等しく，さらに6，7月植では葉鞘＋稈に比べて葉身の減少量が大であり，作期による差異が認められた．この登熟期間における作期相互間の葉鞘＋稈の乾物重の減少量の差異は藤原ら[17]，石塚・田中[18]および村山ら[10,19~21]，戸苅ら[22]が指摘しているように，主として出穂期までに葉鞘および稈内に蓄積された炭水化物量とその穂への移行量の差によるものと考えられた．そこで，各作期の出穂期と成熟期における葉鞘＋稈内の炭水化物



第4図 出穂期および成熟における葉鞘＋稈内の炭水化物含有率（量）の変化

（全糖＋デンプン）含有率と株当たりの含有量を第4図に示した．出穂期の炭水化物含有率および株当たり含有量は4月≫5月≒6月＞7月植の順に，一方，成熟期には7月＞6月＞4月＞5月植の順に高く，登熟期間における葉鞘＋稈内の炭水化物の減少量は作期が早いほど大きく，山田・太田[1]，村田ら[2]，山川[3]および佐本[6]の結果と一致した．また，最も作期のおそかった7月植では出穂期に比べて成熟期で炭水化物含有率および含有量ともに増加した．以上のように，作期の早いほど出穂期における葉鞘＋稈内の蓄積炭水化物量が多く，しかも登熟期間における穂への移行量も多い．上述の出穂期から成熟期にかけての葉鞘＋稈の乾物重の減少量が作期の早いほど大となった原因は，蓄積炭水化物の穂への移行の結果と考えられた．

つぎに，枯死部（葉身と葉鞘）乾物重の推移をみると，各作期とも移植後約30日目頃から成熟期にかけて増加し，とくに登熟期間には急増したが，作期の早いほど値が高く推移する傾向がみられた（第1図，第4表）．

出穂後の穂の乾物重の推移は，4月植では登熟期前半でやや緩慢であったのに対して，5月植では登熟期間を

NII-Electronic Library Service

Japanese Society of Soil Science and Plant Nutrition

第5表　出穂期の根の形質

試験区（移植月）	株当たり茎数（本）	株当たり根数（本）	株当たり根乾物重（g）	1茎当たり根数（本）	1根当たり平均根重（mg）
4	29.9	487.8	3.04	16.3	6.23
5	28.7	442.1	2.92	15.4	6.60
6	23.3	402.8	1.80	17.3	4.47
7	29.0	416.4	1.59	14.4	3.82

通してほぼ同じ速度で増加し，また6，7月植では登熟期前半に比べて後半での増加速度が緩慢となったが，その傾向は6月植に比べて7月植でとくに著しかった（第1図）．このような作期移動に伴う穂の乾物増加パターンの相違は，登熟期間における気温および日照時間（日射量）の差異によるものと考えられ，この点については続報において詳述する．成熟期の穂の乾物重は5月植が最も優り，4月植では5月植と大差なかったが，5月植よりも作期が遅れるに従って低下した（第1図，第4表）．

3）出穂期における根の生育

第5表には各作期の出穂期における根の生育調査の結果を示した．株当たりの根数は4月＞5月＞7月≧6月植となり，4月植では488本と他の作期に比べて多かった．しかし，株当たり根数を茎数で除して求めた1茎当たりの平均根数は，14～17本で作期による差異は小さかった．株当たりの根乾物重は作期が早いほど重くなり，4月植は7月植の約2倍の重量を示した．ここでみられた株当たり根乾物重の差異は，株当たり根数と1根当たりの乾物重の両者の差異に基づくが，とくに6，7月植では4，5月植に比べて1根当たりの乾物重が軽くなり，このことが株当たりの根乾物重低下の原因になっている．このような作期の移動に伴う出穂期における根の生育の差異は，地上部の生育の差異（第4表）に比べて大きい．根の生育の差異には移植期から出穂期までの日数や気温の相違ばかりでなく，Eh，地力窒素の発現などの土壌環境の違い[6]が関係しているものと考えられる．今後はさらに，根の機能面からの検討も必要であろう．

4）地上部の三要素吸収量

第6表には移植後1カ月目，出穂期および成熟期の地上部における三要素の吸収量を示した．作期がおそいほど移植後の活着がすみやかに行われるために初期の養分吸収が旺盛で，移植後1カ月目の各要素の吸収量は多くなったが，5月植と6月植との差は僅少であった．出穂期におけるNの吸収量は作期のおそいほど多くなる傾向がみられたが，5，6月植の差は小さかった．このように出穂期における乾物重（第1図，第4表）は晩植で小さいにもかかわらず，同時期におけるN吸収量は作期のおそい区で多かったのは，葉身，葉鞘＋稈のN含有率の高低に起因するもので，作期別の葉身（第3図）および葉鞘＋稈のN含有率は4，5，6，7月植でそれぞれ2.29，2.51，2.85，2.93% および 0.40，0.68，1.11，1.01% と作期のおそくなるほど高いためである．なお，穂のN含有率は 1.13～1.18% で作期間の差は小さかった．また，出穂期におけるP，Kの吸収量の作期間差は小さかった．

各作期の成熟期における養分吸収量は N 9.6～11.8 g/m², P 3.0～3.5 g/m², K 12.4～17.3 g/m² の範囲で

第6表　生育時期別の地上部の三要素吸収量

元素	試験区（移植月）	移植1カ月目	出穂期	成熟期	
				地上部	穂
N(g/m²)	4	1.07(11.1)*	7.31(76.0)	9.62(100)	7.10(73.8)
	5	2.28(20.1)	8.68(76.7)	11.32(100)	7.67(67.8)
	6	2.09(20.6)	8.59(84.9)	10.11(100)	6.52(64.5)
	7	3.66(30.9)	10.39(87.8)	11.84(100)	7.27(61.4)
P(g/m²)	4	0.09(2.6)	2.28(65.5)	3.48(100)	2.59(74.4)
	5	0.23(6.9)	2.18(66.4)	3.28(100)	2.51(76.5)
	6	0.22(7.2)	1.87(61.5)	3.04(100)	2.26(74.3)
	7	0.56(18.7)	1.97(66.1)	2.98(100)	2.11(70.8)
K(g/m²)	4	0.82(5.2)	15.32(96.4)	15.89(100)	4.85(30.5)
	5	2.13(12.3)	13.04(75.6)	17.25(100)	5.64(32.7)
	6	2.10(14.1)	15.13(101.7)	14.88(100)	3.82(25.7)
	7	5.09(41.1)	15.40(124.5)	12.37(100)	2.87(23.2)

* 成熟期の地上部吸収量を 100 とした比率．

NII-Electronic Library Service

Japanese Society of Soil Science and Plant Nutrition

第7表 収量および収量構成要素

試験区(移植月)	穂数(本/m²)	1穂もみ数	もみ数×100(m²)	登熟歩合(%)	精玄米千粒重(g)	精玄米収量(kg/10a)	本田1日当たり玄米生産量(kg)	わら重(kg/10a)	玄米重/わら重比
4	571a	64.7b	369a	79.2a	19.3b	565a	5.23	629a	0.898a
5	555a	70.1a	389a	74.1b	19.3b	556a	5.79	663a	0.839a
6	484b	63.3b	306b	72.9b	20.1a	449b	4.93	641a	0.700b
7	612a	51.5c	315b	63.0c	20.3a	403b	4.63	648a	0.622c

異なるアルファベット間には5%水準の有意差のあることを示す(ダンカンの多重検定).

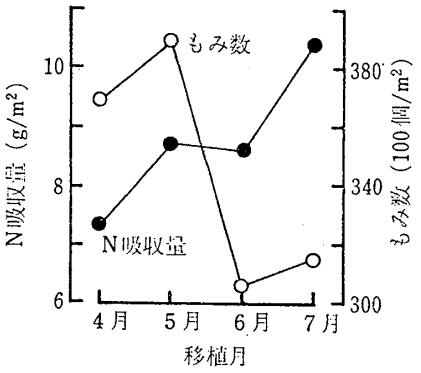
あり，P，Kは含有率に比べて乾物重の影響が大きく，4，5月植の吸収量が6，7月植に比べて多かった．Nについては含有率の影響がP，Kに比べて大きく認められ，作期による明瞭な傾向はみられなかった．なお，三要素の吸収経過を比較すると，各作期ともN，Kに比べてPの吸収が明らかにおそかった．小畑[4]は鹿児島県において，早期（4月26日移植），普通期（同6月27日）および晩期（同8月1日）栽培水稲における養分吸収経過を比較している．その結果によると，NおよびKの吸収量は全生育期間を通じて普通期水稲が早期および晩期水稲よりも多く，Pは幼穂形成期頃までは普通期＞早期，穂ばらみ期以降は逆に早期＞普通期となり，成熟期には明らかに早期水稲で多くなったとしている．また，晩期水稲のP吸収量は全生育期間を通じて普通期よりも低かったと報告している．本実験の結果は，上述の小畑の結果と比較して，出穂期以降のPの吸収量は同一の傾向を示したが，N，Kでは一致しなかった．この原因としては供試品種および気象，土壌ならびに栽培条件などが関与しているものと考えられる．

成熟期における地上部の三要素吸収量のうち，穂の吸収量の占める割合，すなわち穂への配分割合を第6表に示した．Nは60～75%で作期のおそいほど低下し，Pは70～75%で作期間の差は比較的小さかった．一方，Kは20～30%でN，Pに比べて著しく少なく，さらに5月植以降では作期がおそくなるに従って低下する傾向がみられた．

5) 収量および収量構成要素

第7表には各作期の収量調査株，18株全株について求めた平均収量構成要素と，それらの積によって算出した10a当たりの収量を示した．なお，収量査定については，本法以外に坪刈り法，全刈り法を実施したが，各作期の収量順位はいずれの査定法も同じであった．

まず，収量については既報[1~4,6]の成苗の結果と同様に作期が早いほど多収となったが，4月植と5月植の差は小さく560kg前後であり，6月植は450kg，7月植で400kgとなり，4，5月植の収量は6，7月植に比べて有意（5%水準）に優った．また，作期によって本田生育期間が異なった(第2表)ので，本田1日当たりの収量を求めると5月＞4月≫6月＞7月植の順位となり，4月植で5月植に比べてやや劣ったが，5月植以降では作期のおそいほど本田1日当たりの収量も低下した．この作期間の収量差は，収量構成要素よりみると面積当たりのもみ数の多少に依存している．さらに，面積当たりもみ数を穂数と1穂もみ数に分解すると，6月植では穂数が，また7月植では1穂もみ数が4月および5月植に比べて有意に劣っていた．最も晩植であった7月植の穂数が従来の報告[1,3,6]と異なり，4，5月植に比べても多く試験区中で最高値を示したのは，前述したように分げつ盛期の高水温により分げつの発生が多くなった（第2図）ためと考えられた．7月植ではこのように穂数が多くなったうえに，栄養生長期間が短く（第2表），それに伴って1茎当たりの根数が少なく，しかも1根当たりの根重が劣った（第5表）ことが1穂もみ数が少なくなったことと密接に関係していると思われた．



第5図 出穂期の地上部窒素吸収量ともみ数

和田・松島[23]は水稲の穎花（もみ）数の成立過程に及ぼすN栄養の影響について検討し，面積当たりのもみ数は出穂期における地上部のN吸収量と正の相関関係を示すことを明らかにしている．しかし，本実験の各作期における出穂期の地上部N吸収量ともみ数との関係をみると，4月植と5月植，あるいは6月植と7月植との間には比例関係がみられたが，作期全体を通じての比例関係

NII-Electronic Library Service

Japanese Society of Soil Science and Plant Nutrition

はみられなかった（第5図）．そして，吸収N当たりのもみ数生産能率は4，5，6，7月植でそれぞれ5050，4490，3560，3030個/g·Nと作期の早いほど高かったが，とくに4，5月植と6，7月植との差が大きかった．このように，作期がおそくなるに従って出穂期における吸収N当たりのもみ数生産能率が低下し，吸収N量ともみ数との間に作期を通して比例関係がみられなかったのは，吸収Nが穂以外の茎葉，とくに葉身の生産に多く配分されたためと考えられる（第4表）．この点については，作期のおそくなるに従って出穂期の単位葉面積当たりの穎花重，つまりシンク/ソース比[24]（第1図）が低下しており，穎花重あるいは穂重に比べて葉身重の割合が高まる傾向にあることでも明らかである．

一方，登熟歩合は作期が早いほど高くなり，玄米千粒重は登熟歩合とは逆に作期のおそいほど優った（第7表）．同じ登熟要素である登熟歩合と千粒重が作期により逆の傾向を示した原因は明らかでない．

なお，わら重の作期間差は小さく630～660kg/10aであり，既報[2,3,6]の結果と同様に玄米/わら重比は作期が早いほど高くなった（第7表）．これは作期が早いほど多収となったことのほかに，出穂期におけるシンク/ソース比[24]が高く（第1図），登熟期間における茎葉内の炭水化物量の減少程度が大きく（第4図），それに伴って穂数の割には成熟期の茎葉重が軽くなった（第4表）ことも一因と考えられた．

以上のように，短期栽培用品種の稚苗を用い，作期を移動させた場合にも，従来の成苗での結果[6]と同様に，作期が早いほど面積当たりのもみ数の増加により多収となることが示された．また，本実験に供試したフジヒカリは，6月以降に移植される普通期～晩植・晩期水稲として栽培した場合には，早期，早植栽培に比べて収量は劣るが本田期間90日前後で400～450kgの収量が期待でき，本品種が短期栽培用品種として収量性のうえからも優れていることが示唆された．しかし，出穂期における地上部の吸収N量に対するもみ数生産能率は6月以降の移植で低下割合が大きく，吸収N量に比例したもみ数の増加がみられず，吸収N量は早期，早植栽培と同程度，あるいは増加したにもかかわらず，もみ数の確保が困難であり低収となった．今後は本供試品種を6月以降に移植した場合に，地上部の吸収N量に対するもみ数生産能率の低下割合が大きくなる原因が，品種特性によるもの[25]か，あるいは作期移動に伴う気象ならびに土壌条件等の栽培環境の変化によるもの[26]かを明らかにするとともに，晩植，晩期栽培におけるもみ数の確保手段についての検討が必要である．

4. 要　約

わが国の西南暖地の多種多様な水稲の作期のいずれにも栽培が可能である短期栽培用品種，フジヒカリを供試して，移植（稚苗）時期を4月～7月にわたって移動させた場合の生育と養分吸収経過ならびに収量性について検討した．得られた結果の概要は以下のとおりである．

1. 作期がおそくなるに従って，全生育期間および本田生育期間は短くなった．とくに，本田期間の積算気温は作期にかかわらず2300～2350℃でほぼ一定であり，6月以降の移植では約3カ月間の本田期間で収穫が可能であった．

2. 作期が早いほど移植後の初期生育は劣ったが，出穂期および成熟期の地上部乾物重は優る傾向がみられた．また，出穂期から成熟期にかけての茎葉の乾物減少量は，葉鞘と稈内に蓄積された炭水化物（全糖＋デンプン）の減少量と平行して，作期が早いほど大きい傾向がみられた．

3. 出穂期における株当たりの根量（根数および根乾物重）は作期の早い区ほど大きかったが，1茎当たりの根数には作期間の差が比較的小さく，根1本当たりの乾物重に著しい差異がみられた．

4. 移植後初期の地上部の三要素吸収量は乾物増加量とほぼ平行しており，作期が早いほど劣った．また，出穂期におけるN吸収量は茎葉のN含有率の差により作期がおそいほど多くなったが，P，Kの作期間差はNに比べて小さかった．一方，成熟期の三要素吸収量には作期間の差が比較的小さく，また作期による一定の傾向は認められなかったが，P，Kは作期が早いほどやや多かった．そして，三要素間では作期にかかわりなく，K＞N＞Pの順に最高吸収量に達する時期が早くなった．

5. 成熟期における地上部の三要素吸収量のうち，穂への配分割合はN 60～75%で作期がおそいほど低く，Pは70～75%で作期による差は比較的小さかった．一方，Kは20～30%でN，Pに比べて著しく少なく，さらに5月植以降では作期の遅延に伴って低下した．

6. 本供試品種は普通期～晩植・晩期水稲として6月以降に栽培しても本田期間90日前後で400～450kgの収量が期待でき，短期栽培用品種として収量性のうえからも優れていることが示唆された．しかし，出穂期における地上部の吸収N量に対するもみ数生産能率は，4，5月植に比べて6月以降の移植で低下割合が大きく，吸収N量に比例したもみ数の増加がみられず，収量は劣った．

NII-Electronic Library Service

Japanese Society of Soil Science and Plant Nutrition

文 献

1) 山田 登・太田保夫：早期及び晩期栽培水稲の生育相，農及園，**31**，769～774 (1956)
2) 村田吉男・長田明夫・猪山純一郎：水稲収量と光合成作用—早晩期栽培の場合を中心として—，同上，**32**，1292～1296 (1957)
3) 山川 寛：暖地における栽培時期の移動に伴う水稲の生態変異に関する研究，佐賀大農学彙報，**14**，1～159 (1962)
4) 小畑秀雄：二期作水稲の土壌肥料学的考察，土肥誌，**33**，571～580 (1960)
5) 小松良行・原槇 紀・川崎 勇・石川越三：暖地水稲における早植多収栽培の実証とその要因解析，四国農試研報，**10**，1～38 (1964)
6) 佐本啓智：水稲の早期，早植栽培の生態に関する研究，東海近畿農試研報，**15**，1～42 (1966)
7) 農林水産技術会議事務局：水稲の新品種（昭和 46～53 年度） フジヒカリ，p. 340～354 (1980)
8) 水野直治・南 松雄：硫酸-過酸化水素による農作物中 N, K, Mg, Ca, Fe, Mn 定量のための迅速前処理法，土肥誌，**51**，418～420 (1980)
9) Murphy, J. and Riley, J.P.: A Modified Single Solution Method for the Determination of Phosphorous in Natural Water. *Anal. Chim. Acta*, **27**, 31～36 (1962)
10) 村山 登・吉野 実・大島正男・塚原貞雄・川原崎裕司：水稲の生育に伴う炭水化物の集積過程に関する研究，農技研報B，**4**，123～166 (1955)
11) 作物分析法委員会編：栽培植物分析法，p. 328～335，養賢堂 (1975)
12) 戸苅義次・天辰克己編：最新稲作診断法，p. 71～80，農業技術協会 (1969)
13) 村田吉男：わが国の水稲収量の地域性に及ぼす日射と気温との影響について，日作紀，**33**，59～63 (1963)
14) 坪井八十二：低収要因の地域解析（その1），気象要因をめぐって，日作紀シンポジウム紀事，第2集，暖地における水稲収量向上の阻害要因について，p. 18～23 (1969)
15) 石塚喜明・田中 明：水稲の栄養生理，p. 228～237，養賢堂 (1969)
16) 角田公正：水温と稲の生育・収量との関係に関する実験的研究，農技研報A，**11**，75～174 (1964)
17) 藤原彰夫・大平幸次・大槻 勝・成田精一：作物の窒素栄養に関する研究（水稲編）（第1報），土肥誌，**22**，91～96 (1951)
18) 石塚喜明・田中 明：水稲の生育経過に関する研究（第2報），各種有機成分の水稲生育経過に伴う消長，同上，**23**，113～116 (1953)
19) 村山 登・吉野 実・川原崎裕司：水稲の登熟過程における物質の動態に関する研究（第1報），同上，**28**，323～326 (1957)
20) 村山 登・吉野 実・川原崎裕司：水稲の登熟過程における物質の動態に関する研究（第2報），同上，**28**，361～364 (1957)
21) 村山 登・大島正男・塚原貞雄：水稲の登熟過程における物質の動態に関する研究（第6報），同上，**32**，261～266 (1961)
22) 戸苅義次・岡本 嘉・玖村敦彦：水稲における炭水化物の生産および行動に関する研究（第1報），生育に伴う諸器官中の主要成分含量の推移，日作紀，**22**，95～97 (1954)
23) 和田源七・松島省三：水稲収量成立原理とその応用に関する作物学的研究（LXIII），穎花数成立機構に関する研究，日作紀，**31**，23～26 (1962)
24) 武田友四郎・岡 三徳・県 和一：暖地における水稲品種の物質生産に関する研究（第2報），明治以降の新旧品種の子実生産特性，同上，**53**，12～21 (1984)
25) 速水和彦：水稲多肥多収品種の生理生態的特性の解明（第2報），光合成産物の受容系能率，供給系能率からみた多肥多収性品種の特性，東北農試研報，**68**，21～43 (1983)
26) 村山 登：収穫漸減法則の克服，p. 14～76，養賢堂 (1982)

Effect of Cultivation Season on the Pattern of Growth and Mineral Absorption in Short-Season Rice Variety

Yoshinori YAMAMOTO, Tetsushi YOSHIDA and Giichi YOSHIKAWA
(*Fac. Agric., Kochi Univ.*)

Field experiments were conducted to clarify the effect of cultivation season on the pattern of growth and mineral absorption, and the yield in short-season rice variety, Fujihikari, using young seedlings, by shifting the transplanting time from April to July about monthly in the southern district in Japan.

1. The growth period in paddy field decreased in proportion to the delay in the transplanting time, because the accumulated mean temperature during that period was constant around 2300℃ in spite of shifting the cultivation season.

2. The later the cultivation season was shifted, the more vigorous was the early growth due to the faster leaf-expanding rate by high temperature; but the top and root dry weight at heading time and the final top dry weight were heavier in early cultivated plants than in late cultivated ones due to the difference of vegetative growth period.

3. The pattern of mineral absorption in the top part of the plant was similar to that of dry matter accumulation and the order of absorption rate in relation to final amount was K>N>P in spite of

NII-Electronic Library Service

Japanese Society of Soil Science and Plant Nutrition

shifting the cultivation season. Moreover, these nutrients accumulated in the top part of the plant until heading time were greater in the late cultivated plants than in early cultivated ones, but at harvest, the difference became small. The final distribution ratios of three major nutrients to panicle were N 60-75%, P 70-75% and K 20-30%, depending on the cultivation season.

4. The brown rice yield was *ca.* 560 kg/10 a in the plot transplanted in April or May, but it decreased with delaying the transplanting time after May, *i.e.*, *ca.* 450 and 400 kg/10 a in the plot transplanted in June or July, respectively; this resulted from a decrease in the number of spikelets per m^2 due to the inferior spikelet-producing efficiency per amount of N absorbed until heading stage.

Key words short-season rice variety, cultivation season, young seedling, mineral absorption, brown rice yield

(Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr., **59**, 279-287, 1988)

書　評

日　本　の　風　土

日本の自然(2)

松井　健・小川　肇 編著

A 4判，110 pp.，定価 3,800 円

平凡社(東京)，1987 年

風土という言葉には，気候・植生・地形・土壌など自然の環境要因と，それらによって規定される人間の社会や生活の在り方までの意味が含まれているように思う．本書はまさにそういうものとして日本の風土を描き上げようとしたもので，多くの美しい写真，わかりやすく色刷りで描かれた図版とも相まって，魅力的な本に仕上がっている．

内容は次の6章から成っている．

1. 多彩な日本の気候
2. 日本の六季
3. 日本の気候をきめるもの
4. 水と緑と土
5. 過去の気候をたどる
6. 新しい風土を求めて

はじめの3章はもっぱら気候の問題を扱っているが，ここで編者らは日本の風土の特異性を作り出す要因として，冬，春，梅雨，盛夏，秋霖，秋の6季の区分を提唱している．いわれてみれば，われわれの日常生活も生業も，この6季のリズムに乗って営まれてきていることを納得しうる．

第4章はこのような気候によって規定される植生分布について述べるかたわら，照葉樹林文化やブナ帯文化論などにも言及し，また植生と対応する土壌の緯度的，垂直的成帯性を説明するなかで，ポドゾル，褐色および黄褐色森林土，赤黄色土など，わが国の主要土壌の分布や特徴を説明している．さらにわが国に広くみられる火山灰起源の黒ボク土の成因の一つとして，ススキ草原の維持に働いている人為の重要性を指摘している．

第5章では更新世の終わり頃から現在に至る間の気候変動を扱い，その地形形成や土壌生成，とくにいわゆる古赤色土の生成に対する影響を論じている．最終章の第6章では近代化・工業化・都市化の過程でわが国の風土がどのような変貌を強いられてきたかを回顧しながら，現在のわが国と世界の直面している環境問題をとりあげ，人間の英知によって自然との共存をはかる新しい風土観の確立が急務であると結んでいる．

本書の最大の特色は練達の気候学者，植生学者，土壌学者らが，みずからの深い学識を背景としながら，わが国の自然を，人間とのかかわりにおいて平易に解き明かそうとしている点にある．それぞれの分野の専門家の目から見れば，論じ足りない点もあると思われるが，本書がもともと目的とした啓蒙の役割は十分に果たしているといえよう．ただ個人的な希望を述べさせてもらえば，日本の風土と，わが国で早くから展開された水田農業とのかかわりについて，どこかでもう少し突っ込んだ論議をしてほしかったと思う．

（京都大学農学部　久馬一剛）

NII-Electronic Library Service