

イネ栽培種 (*Oryza sativa* L.) とその祖先種における 中茎および低位節間の伸長性*

渡 邊 肇・高 橋 清

(東北大学農学部)

1994 年 10 月 31 日受理

要 旨 : 世界の各地域を代表するイネ多数品種とその祖先種を用いて、暗条件下の幼植物の節間の伸長特性を検討した。玄米を消毒後、0.8%寒天培地を含む試験管内に置床し、30°C、完全暗条件下で 14 日間無菌培養した。1. 国際イネ研究所がコアコレクションとして推奨している 260 品種 (*Oryza sativa* L.) に、日本の水稻品種ササニシキとコシヒカリを加えた 262 品種を用いて、幼植物の節間伸長特性 (中茎長、第 1 節間長、第 2 節間長の相対的關係) からタイプ分けした結果、イネ品種群は大きく 3 つのタイプに集中した。このうち、第 2 節間長が最大となるタイプ 5 とタイプ 6 が合わせて全調査品種の 79.7% を占めた。中茎のみが伸長するタイプ (MC タイプ) は全調査品種の 14.4% を占めた。2. MC タイプは、バングラデシュ、ブータン、ネパール、インド、イランを含めたインド亜大陸地域のヒマラヤ山間丘陵地帯に比較的高頻度で認められた。さらに、*Oryza* 属の 6 種の近縁種の中で、MC タイプは栽培種 *O. sativa* の祖先種 *O. rufipogon* と *O. nivara* において栽培種に比べて極めて高い出現頻度で認められた。3. パナマ産焼畑品種 (6 品種) と近代品種 (3 品種) の中で、焼畑品種において MC タイプが比較的高頻度で認められた。これより、MC タイプの出現と播種法に関連性があることが示唆された。

キーワード : イネ, コアコレクション, 鞘葉, 節間伸長, 祖先種, 中茎, 焼畑, 幼植物。

Characteristics of Mesocotyl and Internode Growth of Cultivated Rice (*Oryza sativa* L.) and Wild Taxa of *Oryza* : Hajime WATANABE and Kiyoshi TAKAHASHI (*Faculty of Agriculture, Tohoku University, Sendai 981, Japan*)

Abstract : The characteristics of mesocotyl and internode growth of rice cultivars (*Oryza sativa* L.) and wild taxa of *Oryza* were investigated using the following cultivars and strains : (1) 260 IRRI's core collection and 2 Japanese cultivars (Sasanisiki and Koshihikari), (2) 9 Panama cultivars (6 used for shifting cultivation system and 3 as improved cultivars) and (3) 6 wild taxa of *Oryza*. Sterilized brown rice grains were cultured on 0.8% agar medium, and maintained at 30°C in the dark for 14 days. The lengths of the mesocotyl, first internode and second internode were examined. Based on the measurements of mesocotyl and internode length, the cultivars (*Oryza sativa*) were classified into 3 main types. Two of them, type 5 and type 6, had the longest second internode, while another one, type 0, had only mesocotyl and undeveloped internodes ; We refer to this type as "MC type". The frequencies of appearance of the two former types were 79.7% and the latter one was 14.4%. Most of the MC type cultivars were found in cultivars originated from the Indian subcontinent : Bhutan, Bangladesh, Nepal, India, and Iran. Two ancestral species of *O. sativa*, *O. rufipogon* and *O. nivara*, contained lots of MC type compared with those of cultivated species. The cultivars for shifting cultivation system in Panama had many MC types compared with those of improved cultivars. It is suggested that the occurrence of MC type was related to the cultivation system.

Key words : Ancestral species, Coleoptile, Core collection, Internode elongation, Mesocotyl, Rice, Seedling, Shifting cultivation system.

前報¹⁸⁾では、全世界の遺伝的背景の異なる多数のイネ品種を材料に完全暗黒下で 14 日間培養したときの、中茎、第 1 節間、第 2 節間の伸長性の品種間差異および地理的分布を明らかにした。さらに、その中に、上記条件下では、その葉条が鞘葉と中茎からなり第 1 葉以降の葉が鞘葉の中に包まれ出葉せず、その後の発育が外見上停止する生育型を認めた。これを MC 個体と命名した。本報では、中茎および低位節間の伸長量の相対的關係をもとにイネ品種群

の分類を試み、それぞれのタイプの地理的分布を調査した。その結果、特に MC タイプ (MC 個体が優先する品種群) において分布に地理的な偏りが認められた。そこで、MC タイプを取り上げ、栽培種の祖先種を中心に 6 種の野生種を用いて、さらにその由来について検討を行った。その結果、2, 3 の新しい知見を得たので報告する。

材料と方法

1. 第 1 実験 : 前報¹⁸⁾と同じ材料を用いた。すなわち、IRRI (国際イネ研究所) が core collection²⁾

* 大要は、第 196 回講演会 (1993 年 10 月) において発表。

(コアコレクション)として推奨している、地理的分布を異にする 260 品種を供試した。コアコレクションは、品種を世界 31 カ国におよぶ広い地域から選定しており、地域の大きさや稲作環境の違いなどを考慮し、さらに対象地域の品種数に応じてその品種数を決定したものである。なお、参考として、日本の水稻品種ササニシキとコシヒカリの 2 品種を加えた。この 2 品種は、日本で栽培し、採種したものを用了。総供試数は 262 品種である。

2. 第 2 実験: イネ祖先種としては、*O. rufipogon* (多年生) 12 系統、*O. nivara* (一年生) 19 系統を供試した。(これらは、*Oryza sativa* に最も近縁な祖先種である)。*O. longistaminata* (多年生) 7 系統と *O. barthii* (一年生) 13 系統を供試した。(これらは *Oryza glaberrima* に最も近縁な祖先種である)。さらに対比のために、*O. meridionalis* (一年生) 4 系統、*O. glumaepatula* 4 系統を供試した。なお、*O. rufipogon* はインド、バングラデシュ、タイなどのアジア 6 カ国に自生するものを供試した。*O. nivara* は *O. rufipogon* と同じくアジア 8 カ国、*O. longistaminata* はエチオピア、ナイジェリアなどのアフリカ 4 カ国、*O. barthii* はカメルーン、セネガルなどアフリカ 9 カ国のものをそれぞれ供試した。*O. meridionalis* はオーストラリアのものを、*O. glumaepatula* は南アメリカ産のものを用了。材料はいずれも国際イネ研究所から供与されたものである。各祖先種の種名については、Chang 博士³⁾の提唱するものによった。

3. 第 3 実験: パナマで a chuzo (ア・チュソ) と呼ばれる伝統農法で用いられている在来品種 6 品種と、同国の近代品種 3 品種を加え、総計 9 品種を供試した。

次に採種と貯蔵の方法について述べる。供試したコアコレクションと野生稻各系統の種子は、IRRI で採種され、IRRI で低温貯蔵したものである。ただし、採種年度は一定していない。種子は供試するまで冷蔵した。第 3 実験のパナマの品種はパナマ農牧研究所 (IDIAP) から供与されたものを用了。

幼植物の育成および測定の方法は以下の通りである。幼植物の育成には、玄米を用い、実験は暗黒下、無菌培養法で行った。各品種・系統、中程度の大きさの均一な玄米を選び、70%エタノールで 30 秒から 1 分間消毒後、有効塩素濃度 1%の次亜塩素酸ナトリウム水溶液で 20 分間滅菌した。滅菌後、滅菌水で数回洗浄し、直ちに、0.8%寒天培地 30 ml を含む試験

管 (口径 3 cm×長さ 30 cm) 内に置床した。なお、培地及び試験管は 120°C、2 気圧で 20 分間加圧滅菌 (オートクレーブ) した。

第 1 実験は各品種 6 粒の 3 反復で行い、第 2 実験の野生種については、1 系統あたり 7 から 10 粒の玄米を 2 本の試験管内に分けて置床した。第 3 実験では各品種 6 粒の 5 反復で実験を行った。各試験管は、通気性確保のため、ミリラップ (Millipore 社製造、口径 0.5 μ m のクロロカーボン製メンブランフィルター) を用いてふたをした。置床後直ちに、30°C、完全暗条件下で生育させ、14 日後にサンプルを 70%エタノールで固定後、適宜各器官の長さおよび MC 率を測定した。MC 率については後述する。

すべての実験は、東北大学農学部作物学研究室で行った。

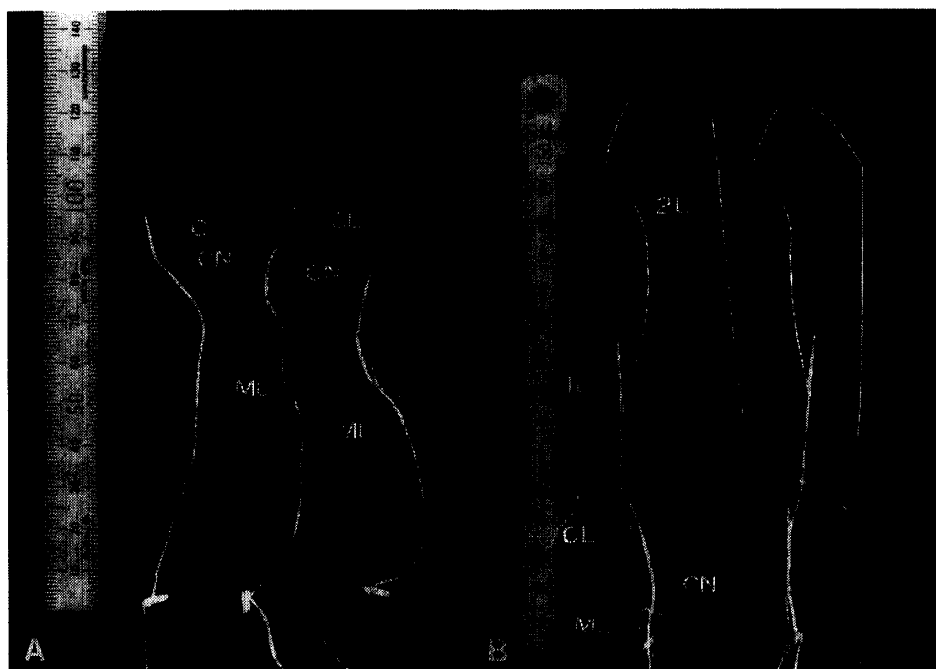
結果と考察

1. 各節間長の相対的關係を基にしたイネ品種群の分類 (第 1 実験)

(1) 節間伸長タイプ品種群の国別割合

まず、中茎、第 1 節間、第 2 節間長の相対的關係について検討した。この節間相対長に関する解析は、高橋ら¹⁹⁾の研究結果を参考としたものである。同氏らは、イネの生殖生長期に形成される各伸長節間を対象として、各節間長比がその節間長の絶対値よりもはるかに変異が小さいことを明らかにした¹⁹⁾。しかも、この節間長比が、品種の特性を示すものであることを指摘した。本実験において、若い葉条の節間長の相対的關係を品種間あるいは品種群で比較することは、上記の高橋らの研究結果を踏襲したものである。

各節間長の相対的關係は理論的に 6 つのタイプに分かれる。それらをタイプ 1 からタイプ 6 とした。各タイプを具体的に述べると以下ようになる。タイプ 1 は中茎>第 1 節間>第 2 節間となるタイプ、以下、タイプ 2 は中茎>第 2 節間>第 1 節間、タイプ 3 は、第 1 節間>中茎>第 2 節間、タイプ 4 は第 1 節間>第 2 節間>中茎、タイプ 5 は第 2 節間>中茎>第 1 節間、タイプ 6 は第 2 節間>第 1 節間>中茎となる。さらに、MC タイプをタイプ 0 に設定した。MC タイプは前報¹⁸⁾において、特殊な生育型を示す MC 個体が優先するものである。この MC 個体は、その葉条が中茎と鞘葉からなり、第 1 葉以降の葉が鞘葉中に包まれて出葉せず、その後の発育が外見上停止する個体である (第 1 図 A)。それに対し



第1図 MC 個体と非 MC 個体の外部形態。

A. MC 個体 (品種: Basmati 217)

B. 非 MC 個体 (品種: Sintane diofor) (30°C, 暗条件, 14 日間培養)

CL: 鞘葉, CN: 鞘葉節, ML: 中茎, 1L: 第1葉, 2L: 第2葉。

て、非 MC 個体は第1葉以降の葉の発育が順調に進んだ個体である(第1図 B)。以上、タイプ0からタイプ6の計7つのタイプへの類別を、用いた全品種群について行った。

7タイプの品種数を国別にまとめた結果が、第1表である。タイプ間の品種数の大きさを比較すると、タイプ5とタイプ6、つまり第2節間が最長となるタイプが合わせて(222品種中177品種で)79.7%を占め、一方、タイプ0(MCタイプ)が(222品種中32品種で)14.4%となり、これらの3タイプで全体の94.1%を占めた。さらにこれらのタイプを国別にみると、日本、ベトナム、インド、スリランカ、イランではタイプ5がタイプ6に比べて明らかに多かった。中国、台湾、インドネシア、タイ、バングラデシュ、マダガスカルでは、逆にタイプ6が優先した。さらに、バングラデシュ、ブータン、ネパール、インド、イランの5カ国ではタイプ0(MCタイプ)の出現頻度が比較的高いことが明らかとなった。

(2) アイソザイムの遺伝子多型と節間伸長タイプとの関係

Glaszmann⁴⁾は、アイソザイム遺伝子の多型をもとに栽培型である *Sativa* 種のイネを6グループに分類した。第2表にこのアイソザイムによる分類と上記の7タイプの相互関係を調査した結果を示し

た。まず、タイプ5とタイプ6に着目した場合、アイソザイムIを除く、どのアイソザイムグループにおいても、タイプ5の出現頻度がタイプ6を上回っていた。タイプ0との関係を見た場合、グループI, II, VIではタイプ0の出現頻度がそれぞれ2.6%, 8.3%, 12.2%と小さく、逆にグループIII, IV, Vでは75.0%, 100.0%, 44.8%と著しく大きくなった。Glaszmann⁴⁾によると、グループIII, IV, Vにはインド亜大陸地域のみならず、特にヒマラヤに沿った山間丘陵地帯に分布する品種群が属している⁴⁾。ここにタイプ0が比較的高頻度で出現するとみなすことができる。

一方、グループIはアジアの広い地域に分布する品種群が属し、ある地域に特異的に分布するようなものは認められず、グループVIには大部分が東アジア地域と東南アジア地域に分布する品種群が属している。これら2つのグループに属するイネではタイプ0の出現率が低い傾向であった。このことからタイプ0がインド亜大陸地域のヒマラヤに沿った山間丘陵地帯に比較的多数分布することが明瞭となる。

(3) 地域別にみた MC タイプ (タイプ0) の出現率

第3表において、品種の対象国を6つの地域にグ

第1表 対象国における節間伸長特性からみた各タイプの品種数。

対象国	節間伸長特性からみたタイプ							*	合計
	0	1	2	3	4	5	6		
日本						7		1	8
韓国						3	1	1	5
中国						4	7		11
台湾							4		4
フィリピン						3	3		6
マレーシア	1					2	1		4
インドネシア	3					4	10	4	21
ベトナム	1					7	3		11
ラオス						1		1	2
カンボジア						1			1
タイ						3	10		13
ミャンマー						4	3		7
バングラデシュ	6					4	9	1	20
ブータン	3					1	2		6
ネパール	3					3	1		7
インド	10					16	10	4	40
スリランカ						6			6
パキスタン						3			3
アフガニスタン						3			3
イラン	3					6	2		11
コートジボアール	1					1	1		3
リベリア							1		1
セネガル							1		1
西アフリカ							1		1
ブルキナファソ						2	1		3
ザイール						1			1
マダガスカル						3	6		9
アメリカ合衆国							1		1
ブラジル						5	4	1	10
ペルー						1			1
不明	1					1			2
合計	32	0	0	0	0	95	82	13	222
(%)	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0	42.8	36.9	5.9	100.0

* 個体変異が大きく明瞭にタイプ分けできない品種。

節間伸長特性からみたタイプは以下になる。

タイプ1：中茎＞第1節間＞第2節間， タイプ2：中茎＞第2節間＞第1節間，

タイプ3：第1節間＞中茎＞第2節間， タイプ4：第1節間＞第2節間＞中茎，

タイプ5：第2節間＞中茎＞第1節間， タイプ6：第2節間＞第1節間＞中茎，

タイプ0：MC 個体が優先するタイプ (MC タイプ)。

ループ化して MC タイプ(タイプ0)との関係を調査した結果を示した。南アジアで 26.8%，西アジアで 21.4%といったように、この2地域で明らかに高い出現率を示し、そのほかの地域では MC タイプが認められないか、認められても低い出現率であった。この結果は Glaszmann⁴⁾ による分類を参考にして得られた結論とほぼ一致した。

2. 栽培種および野生種の MC 個体の出現率の比較 (第2実験)

第1実験の結果、イネの遺伝的変異が集積し、イ

ネの起源地として考えられる地域^{3,12,13)} に MC タイプ(タイプ0)が比較的多いことが認められた。そこで、MC タイプの由来について検討するために、MC タイプに焦点を絞り、栽培イネの祖先種を中心に、6種の野生種を用いて、MC 個体の出現率を調査し、栽培種との関連性について検討した。栽培種、野生種ともに、調査個体中には MC 個体と非 MC 個体が混在した。そこで、MC 率という概念を定めて各品種、系統の特性を表した。この MC 率とは、調査個体中に含まれる MC 個体の割合を百分率で表した

第2表 グラズマン氏のアイソザイム遺伝子多型グループ (I~VI) に占める節間伸長タイプ (0~6) の構成割合 (%)。

グループ	節間伸長特性からみたタイプ							*	品種数
	0	1	2	3	4	5	6		
I	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	34.6	57.7	5.1	78
II	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	45.8	37.5	8.3	24
III	75.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0	4
IV	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1
V	44.8	0.0	0.0	0.0	0.0	44.8	6.9	3.4	29
VI	12.2	0.0	0.0	0.0	0.0	47.3	32.4	8.1	74
**	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	66.7	16.7	0.0	12

* 個体変異が大きく明瞭にタイプ分けできない品種。

** 酵素型の分類データが入手できなかった品種。

第3表 各地域における MC タイプの出現率。

地域	MC タイプの数	調査品種数	MC タイプの出現率 (%)
東アジア	0	28	0
東南アジア	5	65	7.7
南アジア	22	82	26.8
西アジア	3	14	21.4
アフリカ	1	19	5.2
アメリカ	0	12	0

東アジア (日本, 韓国, 中国, 台湾)

東南アジア (フィリピン, マレーシア, インドネシア, ベトナム, ラオス, カンボジア, タイ, ミャンマー)。

南アジア (バングラデシュ, ブータン, ネパール, インド, スリランカ, パキスタン)。

西アジア (アフガニスタン, イラン)。

アフリカ (コートジボアール, リベリア, セネガル, 西アフリカ, ザイール, ブルキナファソ, マダガスカル)。

アメリカ (アメリカ合衆国, ブラジル, ペルー)。

ものである。

栽培種 *O. sativa* およびそれらの近縁祖先種である *O. rufipogon* と *O. nivara* において, 各品種・系統の MC 率の頻度分布を第2図に示した。なお2つの祖先種で, *O. rufipogon* は多年生, *O. nivara* は一年生と考えられている³⁾。

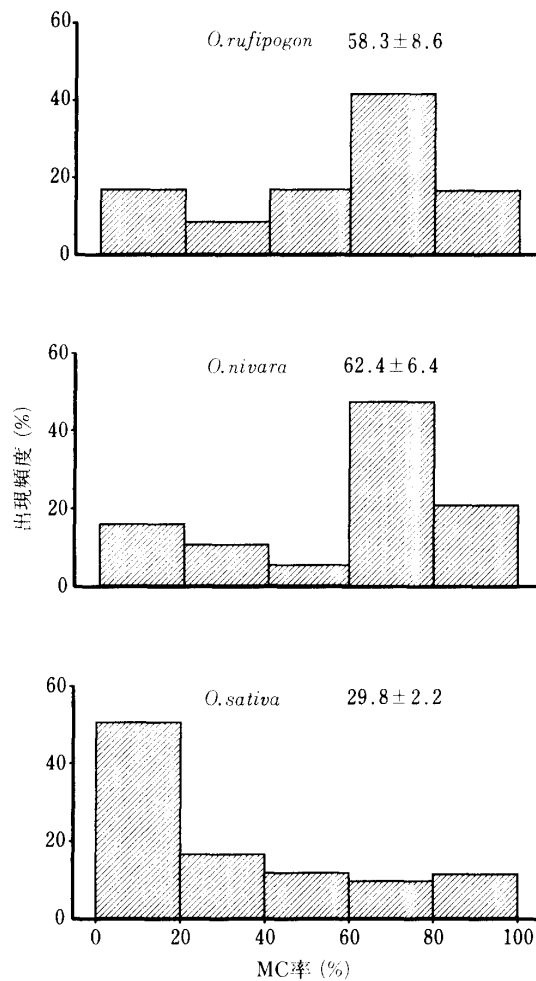
まず, MC 率の頻度分布の形は栽培種 *O. sativa* のものは, 右裾広がり型であった。それに対し, *O. rufipogon* と *O. nivara* はよく似たものとなり, 共に左裾広がり型であった。さらに, 全品種あるいは全系統における MC 率の平均値は, 栽培種 *O. sativa* では 29.8% に対し, *O. rufipogon* は 58.3%, *O. nivara* では 62.4% となり, 祖先種の平均値が栽培種のものに比べて大きかった。また, モードに関しては栽培種 *O. sativa* は 0 から 20% の区間に認められ, 祖先種 *O. rufipogon* と *O. nivara* では共に 60% から 80% の区間に認められた。このように, 祖先種では MC 率が高く, 栽培種では低かったが, これは

祖先種から栽培型への移行にともなう結果と思われる。MC 個体は後述するように, 土壌の深播きに適応した生育型の一つと考えられるので, 栽培種では移植栽培にともなう苗代管理などにより, 深播き適応性が消失していったのではないかと考えられる。

3. パナマ焼畑品種と MC 個体の出現との関係 (第3実験)

第2実験では, MC 個体はその外部形態から深播きに適応した形質と推察した。そこで, 常に深播きされる地域, 例えば南米パナマの焼畑農法が行われている地域では, MC タイプの品種が残っているのではないかと推察した。

この a chuzo¹⁾ とよばれる伝統農法 (第3図) では, 山の斜面の太木を伐採し, その後火入れを行った後, コアと呼ばれる特殊な播種棒を用いて地面に穴を掘り, 数粒の種粒を播種し, 足で土をかぶせるといった方法で陸稲が栽培されている。その際の播種深度は約 5 cm から 10 cm, 時には 15 cm 位にな



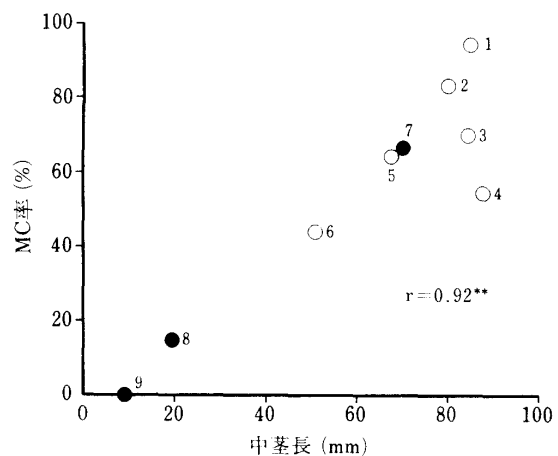
第2図 栽培種 (*O. sativa*) とその祖先種における各品種・系統の MC 率の頻度分布。
祖先種: *O. rufipogon*, *O. nivara*.
図中の数値は、平均値±標準誤差を示す。

るとされている。この農法において播種されているイネ品種の MC 率と中茎長を調査した結果を第4図に示したが、焼畑品種では、近代品種に比べ MC 率が高く中茎長が長かった。さらに、焼畑で用いられている在来6品種の MC 率と中茎長の平均値はそれぞれ 68.4%, 76.0 mm であるのに対し、近代品種の平均値はそれぞれ 27.2%, 33.0 mm であった。なお、この近代品種の中にも中茎が長くかつ MC 率が高い品種 (IDIAP 863) が認められた。焼畑品種は全て実際に a chuzo¹⁾ の播種法で播種されている在来品種であり、近代品種は、この在来農法では用いられておらず、手による散播あるいは機械播種される。IDIAP 863 の遺伝的由来について、正確な情報が得られていないが、焼畑品種の改良品種である可能性が高い。

このように同じパナマ産のイネ品種において播種



第3図 a chuzo (ア・チュソ) による播種作業。
播種棒 (コア) を用いて、地面に小穴 (深さ5~15cm 程度) をあけ、数粒の種粒を播種する。
(パナマ、ペラグアス地方)。



第4図 パナマ産の焼畑品種と近代品種における中茎長と MC 率。

○: 焼畑品種, ●: 近代品種。

1: Rayzoro, 2: Blue Bonnett, 3: El Tirao 2, 4: Arroz San Pablo, 5: Rio de Jesus, 6: Banqueno (1~6, 焼畑品種) 7: IDIAP 863, 8: Anabel, 9: Oryzica 1 (7~9, 近代品種)。

**は1%レベルで有意であることを示す。

方法の違いにより得られた幼植物の形態に差異が認められた。このような事実は、MC タイプの出現と播種法との間に何らかの関連があることを示唆する。なお、近代品種、焼畑品種をこみにした場合、MC 率と中茎長との間に有意な正の相関関係 ($r=0.92^{**}$)

が認められ、MC 率の高いものでは中茎長が長かった (第4図)。これは、前報¹⁸⁾の結果に一致した。

今後、さらにこのような伝統農法で播種されている他の地域についても、MC タイプの出現と栽培方法との関係について調査を行う予定である。

最後に、各実験の結果を改めてまとめるとともに、総合的に考察することにする。まず、第1実験において、幼植物の節間伸長特性からイネ品種群のタイプ分けを試みたところ、これらは7つのタイプのうち専ら、3つのタイプに集中した (第1表)。すなわち、第2節間が最長となるタイプ5とタイプ6および伸長節間が中茎のみからなるタイプ0であった。このタイプ0は、前報のMC 個体が優先するタイプで、第2実験、第3実験においてこれをMC タイプと名付け、このタイプに関する研究を引続き重点的に行った。なお、このMC タイプは、幼植物を暗条件で栽培したときにみられ、光条件に移すとその後の発育は正常に進むことから、この生育型の出現には何らかの光調節系が関与しているものと指摘した¹⁸⁾。

各MC タイプの出現率を国別に調査したところ、バングラデシュ、ブータン、ネパール、インド、イランを含めたインド亜大陸地域に比較的高頻度で認められた (第1表)。さらに Glaszmann⁴⁾ のアイソザイムの多型を基にしたイネ品種群の分類との関係を調べた結果でもインド亜大陸のヒマラヤに沿った山間丘陵地帯にMC タイプが多いという結果が得られた (第2表)。

この結果をふまえて、栽培イネの祖先種を中心に調査した結果、栽培種 *O. sativa* の祖先種 *O. rufipogon* と *O. nivara* において栽培種に比べて極めて高いMC 個体の出現率が得られた (第2図)。このようにMC 個体という生育型は野生種に由来する可能性が高いことが示された。また、祖先種から栽培種の移行にともない、MC 率が低くなるような何らかの選抜が加えられたことも推察された。

では具体的にどのようにしてこの特性が消失したのか。ひとつの可能性として、深播き適応性の消失があげられる。移植栽培では、苗代に播種され、出芽後すぐに光を受けるので、必ずしもMC タイプとなる必要性はなく、むしろ葉を抽出、展開した方が、光合成により、より早く独立栄養体制を得るようになり、個体維持に取っては都合がよい。しかし、種子が地中深く播種されたときには、土中で葉の抽出が起こるとすると、抽出した葉が障害となり、生長

点を地表面へ押し上げることが極めて困難となってしまうと考えられる。

このように、MC 個体の形態は土壌中に深播きされたときにメリットがあり、苗代条件下ではその特性が必ずしもメリットとはならず消失したと推測される。日本稲での実験結果ではあるが、我国古来の水稻品種の中茎の伸長性は、近代育種の過程で失われた可能性があるという報告がすでになされている²⁰⁾。

一方、前報で述べたように、MC 個体は非MC 個体よりも中茎長が長いという特徴を持つ¹⁸⁾。この中茎が長いという特性は、土中深く種子が播種されたときに良好な出芽を得るには必要な形質とされる^{6-8,10,11,14,16,22)}。

井之上⁷⁾および伊藤⁸⁾は、暗黒下におけるイネ科幼植物の幼芽の伸長様式と幼芽の抽出力を調査し、イネ科幼植物をトウモロコシ型、コムギ型、日本型水稻型の3型に分類した。このうち幼芽の抽出力が強い伸長様式は、中茎が伸びて、本葉を内包した鞘葉を上部へ押し上げる型 (トウモロコシ型) や本葉を内包した鞘葉それ自体が長く伸びる型 (コムギ型) の作物であると報告している。どちらの型も、鞘葉が本葉を内包している点からMC 個体の形状に類似している。

柳島²²⁾はトウコンとよばれる赤米が、深播き条件下で優れた出芽力を得たことを報告し、これは土中での形態、つまり鞘葉のまま地表面に達し、地上部に現れるとほぼ同時に本葉が展開してくることに起因すると推察している。また、イネ科雑草⁹⁾ やツユクサ⁹⁾ では深い位置からの出芽において中茎の伸長がみられる。特に、ツユクサでは深い位置からの伸長形態は、中茎が伸び生長点が地表面近くなる特異的な形態をするとされている⁹⁾。

高橋¹⁷⁾は、水稻種子にABA とGA₃ をコーティング処理し、土中の出芽パターンを調節し得る可能性があることを報告した。この処理により、深播き条件下の出芽歩合が、無処理に比べ2倍になったこと、さらに得られた幼植物の形態は、中茎が伸長し鞘葉節が地表面近くに存在するものであったと報告している¹⁷⁾。

なお、別に報告する予定であるが、実際にMC タイプおよび非MC タイプの品種を、2.5、5、10、15 cm の各播種深度で播種したところ、深播条件下では、MC タイプの Basmati 217 のみが出芽した。さらに、得られた幼植物の形態は、中茎が伸長し、生

長点が地表面近く存在していた。これらの事実は、MC 個体が土壤中に深播きされたときに適する形態であることを強く示唆している。

また、パナマにおいて、ア・チュソリと呼ばれる播種法で種籾が深播きされている栽培品種をとりよせて確かめたところ、極めて高い MC 率が得られた(第 4 図)。このような播種法をとる農法はパナマだけでなくラオス、タイ、フィリピン、インドネシア等の東南アジアにも存在している¹⁵⁾。例えばインドネシアのローツエ村では荒地を焼いた後に、dudujuu と呼ばれる掘棒を用いて播種穴(tujuu)をあけ種籾を点播(duron) するような農法がなされている¹⁵⁾。

さらに、東南アジアで行われているこのような農法では、陸稲が単作される場合が少なく、キビ、アワ、ヒエ、モロコシ、ハトムギ等の雑穀(millet)の種子が稲籾とともに混播されている¹⁵⁾。

これらの雑穀の各作物を数品種ずつ培養したところ、極めて高い MC 率が得られた(データ未発表)。これらの雑穀はキビ亜科に属し、畑作物として用いられている作物である。このような事実は MC 個体が畑土壤中に深播きされたときに適した形態であることを示唆するものである。これらの点については供試する作物種を増やし、更に調査を重ねて報告する予定である。

安江ら²³⁾は、ハトムギ、ジュズダマ、およびダリスグラス、スズメノヒエにおいて中茎長および MC 比(中茎長と鞘葉長の比)を栽培種と野生種について比較したところ、中茎長、MC 比ともに野生種の方が大きくなったと述べている。さらに、この現象を自然条件下で種族を維持しなければいけない野生種と長年、人間の栽培管理下におかれている栽培植物との出芽に対する適応性の差を示すものと推測している²³⁾。本研究でも、祖先種と栽培種で MC 個体の出現率が顕著に異なったが、これも、安江らの推測と同じように両種の出芽様式の差異が一つの要因ではないかと推察した。今後この点に関しても検討する必要がある。

謝辞

コアコレクション(260 品種)およびイネ野生種の種子の取得に当たり、国際イネ研究所の D.A. Vaughan, B.S. Vergara, M.T. Jackson 各博士の御助力を得た。さらに、パナマ焼畑品種の種子についてはパナマ農牧研究所(IDIAP)から取得した。パナマの農法については、前青年海外協力隊隊員、佐々

木理世、大竹博行の各氏に御助言をいただいた。特に、佐々木理世氏からは、a chuzo の写真を御好意により提供していただいた。ここに記して感謝の意を表します。

引用文献

1. Agilera, V., E. Quiros and R. Hernandez 1988. Guia tecnica el cultivo de arroz. Colegio de ingenieros agronomos de Panama, (CINAP). 1—52.
2. Brown, A.H.D. 1989. Core collection: a practical approach to genetic resources management. *Genome* 31: 818—824.
3. Chang, T.T. 1976. The origin, evolution, cultivation, dissemination and diversification of Asian and African rices. *Euphytica* 25: 425—441.
4. Glaszmann, J.C. 1986. A varietal classification of cultivated rice (*Oryza sativa* L.) based on isozyme polymorphism. *Rice Genetics*. IRRI. 83—90.
5. Hoshikawa, K. 1969. Underground organs of the seedlings and the systematics of Graminae. *Bot. Gaz.* 130: 192—203.
6. 井之上準・安河内美昭・穴山 彊 1966. 深播きされた水稲, 陸稲, 外国稲の出芽について. *日作九州支報* 26: 115—117.
7. ———・穴山 彊 1971. 水稲直播栽培における出芽に関する研究. 第 4 報. 水稲幼芽の抽出力. *日作紀* 40: 415—419.
8. 伊藤健次・井之上準 1973. 作物の出芽性と水稲の種子処理による出芽力の推進. *農業技術* 28: 391—394.
9. 伊藤操子 1993. 雑草学総論. 養賢堂, 東京. 65.
10. 海妻矩彦・佐藤和雄・沢 恩 1972. 乾田直播栽培における水稲の出芽に関する遺伝学的研究. I. ダイヤレル・クロス法による日本型水稲の中茎および低位節間の伸長度に関する遺伝分析. *育雑* 22: 172—179.
11. 川廷謹造・星川清親・高島好文 1962. 乾田直播における水稲の苗立ちの良否と幼植物の形態について. *日作紀* 31: 267—271.
12. Nakagawara, M., T. Akihama and K. Hayashi 1975. Genetic variation and geographic cline of esterase isozymes in native rice varieties. *Jpn. J. Genet.* 50: 373—382.
13. 中川原捷洋 1985. 稲と稲作のふるさと. 古今書院, 東京. 91—148.
14. 太田勝一・野垣正哉 1969. 水稲乾田直播における出芽に関する研究 IV. 出芽過程における中茎の伸長について. *岐阜大農研報* 28: 1—9.
15. 佐々木高明 1989. 東・南アジア農耕論. 弘文堂, 東京. 19—85.
16. 沢 恩・泉館正彦・飯田行生・海妻矩彦 1971. 乾田直播栽培における水稲の出芽に関する研究. II. 深播条件下における出芽率の品種間差異と乾田直播栽

- 培用品種の育種について. 岩大農報 10:269—282.
17. 高橋 清 1975. 水稻種子の生長物質コーティング処理による中茎伸長促進効果. 日作紀 44 (別1):119—120.
18. ———・渡邊 肇・星川清親 1995. イネの中茎および低位節間の伸長性の品種間差異と地理的分布. 日作紀 64:66—72.
19. 高橋萬右衛門・武田和義 1969. 節間長比の型による水稻品種の群別. (稲の交雑に関する研究. 第XXXVII 報) 北大農邦文紀要 7:32—43.
20. Takahashi, N. 1978. Adaptive importance of mesocotyl and coleoptile growth in rice under different moisture regimes. Aust. J. Plant Physiol. 5:511—517.
21. 渡邊 肇・高橋 清 1993. イネ栽培種及び野生種における MC 個体の出現率の比較. 日作紀 62 (別2):229—230.
22. 柳島純雄 1965. 雑草的立場からみた赤米(トウコン)の越冬と出芽について. 雑草研究 4:67—70.
23. 安江多輔・藤井和弘 1979. イネ科植物の中茎及び子葉鞘の伸長に関する研究. 第1報 中茎と子葉鞘の伸長比について. 日作紀 48:356—364.
-