

品種・遺伝資源

水稻の湛水土中直播栽培における出芽性の検定方法と遺伝的変異

太田久稔^{*,1),2)}・井辺時雄¹⁾・吉田智彦³⁾

(¹⁾農業技術研究機構・²⁾東京農工大学・³⁾宇都宮大学)

要旨：水稻の湛水土中直播栽培において重要な特性である土中出芽性に関する検定方法を催芽程度、温度、播種深度の面から検討した。また、国内外の約 300 品種を検定し、土中出芽性の遺伝的変異を検討した。最初に湛水表面播種条件における苗立ちについて検討し、土中出芽性との相違を検討した。催芽程度、温度、播種深度と土中出芽率との関係では、催芽程度は鳩胸状態が、温度は高い方が、播種深度は浅い方が土中出芽率が高かった。表面播種での苗立ち率と土中出芽率の相関は低く、特にインド型のハバタキは相違が大きかった。その結果、土中出芽性はそれ独自の検定の必要性が確認できた。土中出芽率の品種間差を効率よく評価するために、催芽長約 1 mm 程度になる 25 °C で 3 日間の催芽処理を行い、温度 25 °C、播種深度を 2 cm とする試験条件を設定した。約 300 品種を用いた土中出芽率の検定結果では、出芽率の変異が 0%~95% となり遺伝的な多様性が明らかとなった。

キーワード：遺伝資源、検定方法、出芽苗立ち、水稻、直播、土中条件。

わが国の稲作は、移植栽培を中心に技術が発展してきたが、米の輸入自由化、稲作農家の担い手の減少を背景として、稲作の大規模化による低コスト生産が緊急課題となっている。この課題に応える技術として直播栽培技術の確立が期待されている。直播栽培技術を安定化するためには、直播栽培に適した品種の開発が急務となっており、出芽および苗立ち性の改良が直播栽培技術の安定化につながると考えられる。なかでも土中出芽性は、出芽および苗立ちに大きく影響する要因であり、直播栽培での出芽および苗立ちを高める上で、土中出芽性の改良が重要と考えられる。

湛水土中直播については、三石 (1975)、荻原 (1993) による詳細な栽培生理研究や、土中出芽性 (還元抵抗性) の検定方法では、土壌を使用している検定 (星野ら 1985、藤代ら 1988、猪谷 1991、上林ら 1994、佐藤ら 1987、藤井ら 1992、Saka and Izawa 1999、Ogiwara and Tera-shima 2001)、土壌を使わず、窒素ガス等で還元状態にした検定 (飯村ら 1995、八百板ら 1996、Won and Yoshida 2000、Kato-Noguchi 2001)、土壌還元域での測定による検定 (荻原 1993) など様々な報告がある。しかしながら、これらの土壌を使用している検定方法では、出芽率そのものを調査していない報告や温度条件が不明の報告、播種深度の浅い条件の報告、土中出芽性をカルパー粉衣種子で評価した報告が多い。また、現実の直播栽培では、催芽種子を用いることが想定されるが、乾粒種子を供試している報告が多い。さらに、多数の材料を供試して遺伝的変異を検討したものは少ない。

そこで、本研究では、土中出芽性の品種間差異を的確に評価するため、カルパー無粉衣での検定条件を検討し、その検定条件による遺伝的変異を調べた。まず、圃場の湛水表面直播栽培における出芽苗立ち性を調査し、土中出芽性との関連を検討した。つぎに、室内検定により、催芽程

度、温度、播種深度が土中出芽性に与える影響を調査した。さらに、今後の母本となる遺伝資源を探索するため、遺伝資源を用いて、設定した条件により土中出芽率の遺伝的変異を評価した。

材料と方法

実験 1. 湛水表面直播栽培における出芽苗立ち特性

供試品種は、日本型品種として、日本稲のコシヒカリ、キヌヒカリ、アキヒカリ、日本稲在来品種の膳振早生 (GB 整理番号 00005876)、赤米 (赤米 No. 4, GB 整理番号 00010718 と思われる)、赤毛 (GB 整理番号 00005807)、アメリカ品種の M 202, M 401, Lemont, イタリア品種の Arborio, Italica Livorno、印度型品種として、ハバタキ、密陽 23 号、桂朝 2 号の計 14 品種を用いた。種子は前年に採種し、乾燥したのち室温で保存した 1 品種 100 粒を鳩胸状態に催芽し湛水表面条播した。調査は、苗立ち率、苗丈、1 個体地上部乾物重について行った。1994 年 5 月 26 日、旧北陸農業試験場 (新潟県上越市) の圃場に播種し、6 月 20 日に調査を行った。苗丈および乾物重には 10 個体の平均値を用いた。試験はすべて 2 反復で行った。

実験 2. 室内検定における催芽程度と土中出芽率の関係

日本型品種としてキヌヒカリ、日本晴、アキヒカリ、印度型品種としてハバタキ、Kasalath の合計 5 品種を用いて、催芽日数と催芽長および品種の土中出芽率を調べた。種子は前年に採種し乾燥したのち室温で保存した 1 品種 100 粒を用いた。催芽日数は 25 °C で各 1, 2, 3, 4 日間とした。催芽長は 10 個体の平均値を用いた。播種は育苗箱 (30×21×7 cm) に風乾した水田土壌を充填し、それに催芽粒 (発芽した粒のみを使用) を播種したのち、同じ風乾

第1表 湛水表面直播栽培における苗立ち特性。

品種名	苗立ち率 (%)	苗丈 (cm)	乾物重 (mg/個体)
Italica Livorno	92 a	38 a	211 a
赤毛	92 a	28 c	176 bc
密陽23号	88 b	22 f	168 cd
桂朝2号	87 b	24 e	171 c
ハバタキ	83 c	26 d	145 e
膳振早生	83 c	25 de	168 cd
M401	82 c	24 e	148 e
M202	77 d	26 d	172 bc
赤米	74 e	28 c	186 b
アキヒカリ	73 e	25 de	142 e
Arborio	70 f	31 b	156 de
Lemont	68 f	26 d	150 e
コシヒカリ	62 g	24 e	149 e
キヌヒカリ	62 g	21 f	117 f

同一英字の付いた値間には5%水準での有意差がない(ダンカン法)。

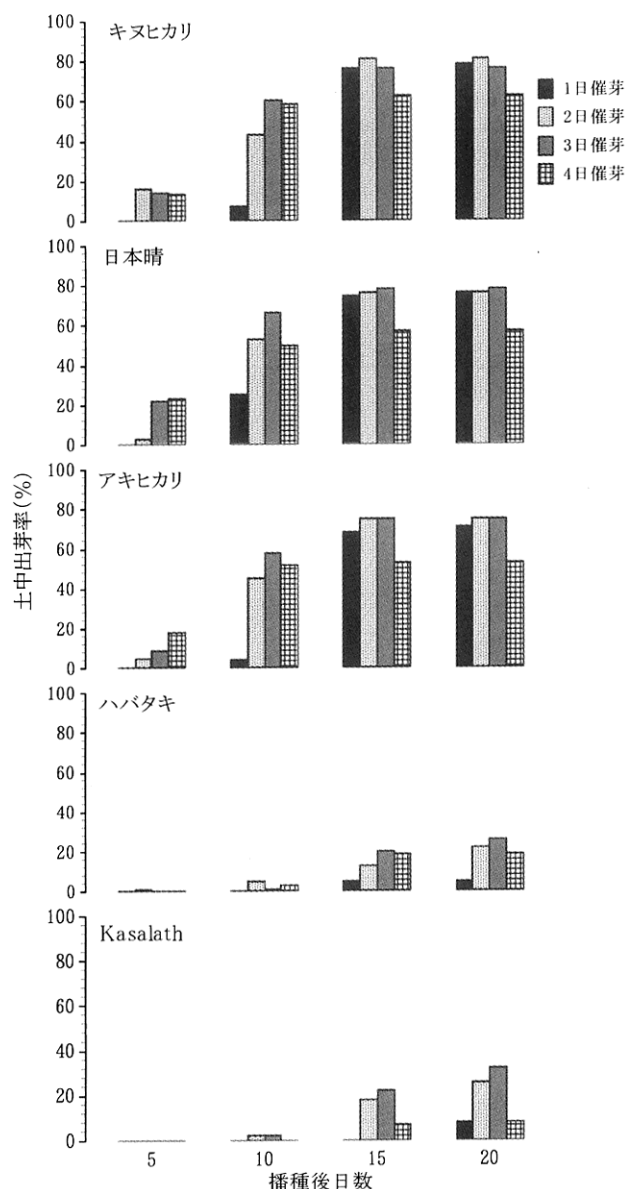
土壌(末代かき)を2 cm 覆土した。水深は3 cm に保った。人工気象室を用いて試験を行い、設定温度は25℃とした。試験はすべて2反復で行った。土中出芽率の調査は播種後5日目から5日ごとに行った。土中出芽率は第一葉まで出芽して緑色を呈した個体の割合とした。

実験3. 室内検定における播種深度、温度と土中出芽率の関係

日本型栽培品種としてアキヒカリ、コシヒカリ、キヌヒカリの3品種、日本型在来品種として赤毛(GB整理番号00005870)、赤米(赤米No. 4, GB整理番号00010718と思われる)の2品種、アメリカ品種Lemont, イタリア品種Arborio, 印度型品種としてハバタキの合計8品種を用いて、播種深度及び高・低の処理温度と土中出芽率の関係を調べた。種子は前年に採種し乾燥したのち室温で保存した。1品種当たり催芽籾(25℃で3日間浸種し発芽した籾)100粒を播種した。播種方法は実験2と同様に行った。播種深度は、1 cm, 2 cm, 3 cm の3水準とし、水深は3 cm に保った。温度条件の調節は人工気象室を用いて行い、25℃(高温区)と15℃(低温区)の2水準とした。試験はすべて2反復で行った。土中出芽率の調査は高温区は播種後5日目から5日ごとに、低温区では播種後10日目から10日ごとに行った。土中出芽率は高温区では土中から第一葉まで出芽して緑色を呈した個体の割合、低温区では土中から鞘葉が出芽した個体の割合とした。

実験4. 遺伝資源の土中出芽率の評価

供試材料は日本品種については、改良品種59, 在来品種104, 計163品種を用いた。また外国品種では139品種(韓国39, 中国37, 台湾3, アメリカ13, イタリア23, ロシア4, インド9, スリランカ2, バングラデシュ1, 他



第1図 催芽日数の違いによる土中出芽率の影響。

8)を用いた。播種方法は実験2と同様に行った。1品種当たり催芽籾(25℃で3日間浸種し発芽した籾)20粒を播種深度2 cm, 水深3 cm の条件下で播種した。人工気象室を用いて試験を行い、温度を25℃とした。各品種とも、2反復で播種後20日における土中出芽率を調査した。また、玄米粒形は1品種10粒の平均値、フェノール反応は1.7%のフェノール溶液に1日浸し、ふの着色を+ (着色), - (無着色)で評価した。

結果と考察

1. 湛水表面直播栽培における出芽苗立ち特性

第1表に結果を示した。

苗立ち率は62~92%となり全体的に高い苗立ち率となった。供試した品種のうち赤毛とItalica Livornoが最も苗立ち率が高かった。苗丈は、21~38 cm となり、供試し

第2表 催芽日数の違いによる土中出芽率の影響。

品種名	催芽 日数 (日)	催芽長 (mm)	播種20日後 土中出芽率 (%)
キヌヒカリ	1	0.0	78 a
	2	0.4	81 a
	3	1.2	76 a
	4	4.9	62 b
日本晴	1	0.0	76 a
	2	0.5	76 a
	3	1.0	78 a
	4	3.3	57 b
アキヒカリ	1	0.0	71 a
	2	0.4	75 a
	3	0.9	75 a
	4	4.5	53 b
ハバタキ	1	0.0	5 a
	2	0.7	22 b
	3	1.1	26 b
	4	4.2	19 b
Kasalath	1	0.0	8 a
	2	0.7	26 b
	3	1.4	32 b
	4	5.1	8 a

同一英字の付いた値間には5%水準での有意差がない(ダンカン法)。

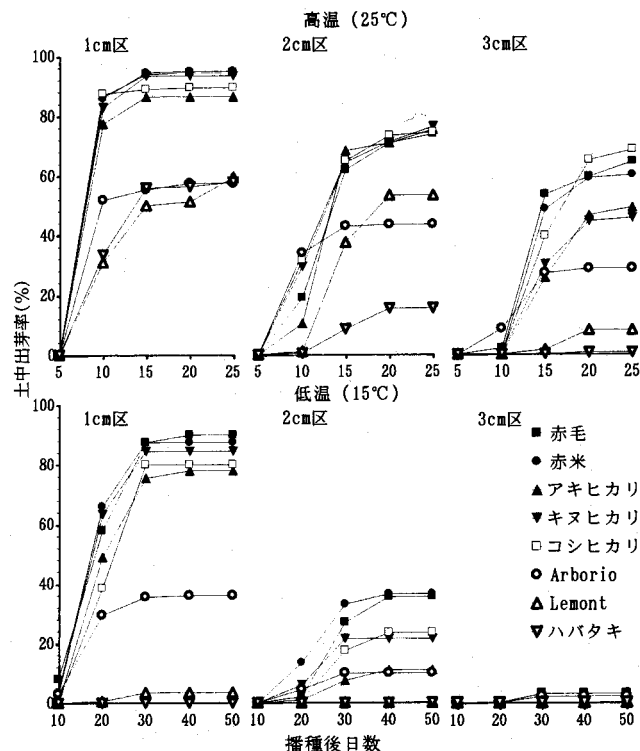
た品種のうち Italica Livorno が最も高く、次いで Arborio が高かった。1個体乾物重は、117~211 mg/本となり、供試した品種のうち Italica Livorno が最も重く、次いで赤米が重かった。苗立ち率および初期伸長性において、Italica Livorno が最も優れていた。また、インド型品種のハバタキ、密陽23号、桂朝2号も苗立ち率が80%以上と比較的高い値を示した。

以上のことから、本実験のように土壌表面に正確に播種した場合では、ころび苗以外には特に問題となる可能性が低いとみられるが、実際の直播栽培では、播種時にある程度の深さまで種子が埋め込まれ、苗立ち率が低くなってしまいう可能性がある。そこで、実際の湛水土中直播栽培を想定し、土中出芽性の検討を行うこととした。

2. 室内検定における催芽程度と土中出芽率との関係

品種の土中出芽率は播種後15日までは播種後日数が長いほど高い傾向が認められたが、15日以降ではほとんど変わらなかった。また、催芽3日までは、催芽日数が長いほど、出芽する時期が早い傾向にあった(第1図)。

催芽日数と最終調査である播種後20日目における土中出芽率の関係をみると、インド型品種のハバタキと Kasalath は催芽日数1日では出芽率が10%以下、催芽日数2, 3日では出芽率が20~30%程度となった(第2表)。一方日本型品種のキヌヒカリ、日本晴、アキヒカリは催芽日数1, 2, 3日とも出芽率が70~80%程度でほぼ同じであった。催芽日数4日の場合には全品種とも出芽率がやや低くなる傾向が認められ、ハバタキを除き、有意に出芽率



第2図 高温区および低温区における播種深度別の土中出芽率の推移。

が低かった(第2表)。これは催芽4日目では催芽長が約4 mm となり、播種時に芽を傷つける割合が高くなったためと思われる。以上の結果から、最適催芽日数は25°Cで2~3日、催芽長は0.4~1.4 mm 程度と考えられた。

催芽程度と土中出芽率の関係について、藤井ら(1992)の報告があるが、催芽すればするほど出芽率が低下し、催芽長1 mm 以上になると著しく出芽率が低い結果になっている。これは、催芽種子をカルパーコーティングして圃場に播種する試験条件のため、芽が傷つきやすかったためと考えられ、本実験のように芽を傷つけないように播種すれば、催芽長が1 mm 以上であっても出芽にはそれほど影響がないと考えられる。

3. 室内検定における播種深度、温度と土中出芽率との関係

25°Cの高温区では、土中出芽率は播種後20日以降ではほとんど変わらなかった。また、日本型品種および Arborio は出芽が早く、Lemont およびインド型品種のハバタキは遅い傾向を示し、品種による出芽速度の違いがみられた(第2図)。

播種後20日の土中出芽率をみると、播種深度が1 cm では全体的に土中出芽率が高く、ハバタキと Arborio, Lemont の品種間差異がみられないことから、25°Cの高温下での土中出芽性の品種間差異を評価するには播種深度が2~3 cm での試験が適していると考えられた(第3表)。

第3表 温度と播種深度の違いによる土中出芽率の影響。

品種名	高温区(25℃)における 播種後20日の土中出芽率 播種深度(cm)			低温区(15℃)における 播種後40日後の鞘葉出芽率 播種深度(cm)		
	1	2	3	1	2	3
赤毛	95 a	71 a	60 a	90 a	36 a	3 a
赤米	95 a	—	59 a	88 a	37 a	0 a
アキヒカリ	87 a	71 a	47 ab	78 a	11 ab	0 a
キヌヒカリ	94 a	72 a	45 ab	85 a	22 ab	0 a
コシヒカリ	90 a	74 a	65 a	80 a	24 ab	0 a
Arborio	58 b	44 b	29 b	36 b	10 ab	2 a
Lemont	52 b	54 b	8 bc	4 c	0 b	0 a
ハバタキ	57 b	16 c	1 c	0 c	0 b	0 a

同一英字の付いた値間には5%水準での有意差がない(ダンカン法)。

第4表 温度および播種深度条件の異なる出芽率間の相関係数。

	高温区(25℃)			低温区(15℃)	
	1cm	2cm	3cm	1cm	2cm
播種深度					
高温区					
1cm					
2cm	+0.81 *				
3cm	+0.91 **	+0.86 **			
低温区					
1cm	+0.97 **	+0.86 **	+0.96 **		
2cm	+0.87 **	+0.71 *	+0.89 **	+0.87 **	

ほとんど出芽していない低温、播種深3cm区は除く。

*, **: それぞれ5%, 1%水準で有意。

15℃の低温区では、品種の鞘葉出芽率は播種後40日以降ではほとんど変わらなかった。また、キヌヒカリ、赤米、Arborioは出芽速度が早い傾向がみられ、特にArborioは出芽率は低いものの、高温、低温いずれの温度条件においても出芽速度が早く、遺伝的な差異が考えられた(第2図)。

播種後40日における鞘葉出芽率をみると、播種深度が3cmではほとんど出芽せず、播種深度2cmではハバタキとアキヒカリ、コシヒカリ、キヌヒカリの品種間差異がみられないことから、15℃の低温下で土中出芽性の品種間差異を評価するには播種深度1cmでの試験が適していると考えられた(第3表)。

温度と播種深度の違う条件での出芽率の間の相関をみると、ほとんど出芽していない低温・播種深度3cm区をのぞき、すべての試験区間において有意な相関が認められた(第4表)。出芽率の品種間差異の傾向は、温度15℃～25℃、播種深1cm～3cmの条件においては、大きく異なることはなく、出芽の良し悪しをこの条件内で検定することで、品種間差異は把握できると考えられた。ただし、赤毛、赤米が低温条件で出芽率が高い傾向がみられることから、温度条件によって傾向が異なる品種が探索されることも考えられる。

土壌表面播での苗立ち率と土中出芽率の関係について、

第5表 土中出芽率と表面播での苗立ち率との相関係数。

	播種深度(cm)		
	1	2	3
高温区(25℃)	+0.01 ns	-0.29 ns	-0.07 ns
低温区(15℃)	-0.05 ns	+0.19 ns	—

ほとんど出芽していない低温3cm区は除く。

nsは有意でないことを示す。

実験1, 3に供試している8品種の苗立ち率と土中出芽率の相関をみると、温度条件、播種深度の違ういずれの試験区間においても有意な相関は認められなかった。そのため、土中出芽率は独自に検定する必要性を確認できた(第5表)。

実験2, 3により、土中の適播種深、適催芽程度に関して、高低の温度条件で試験を行い、遺伝的に大きな変異を評価できる方法が得られた。

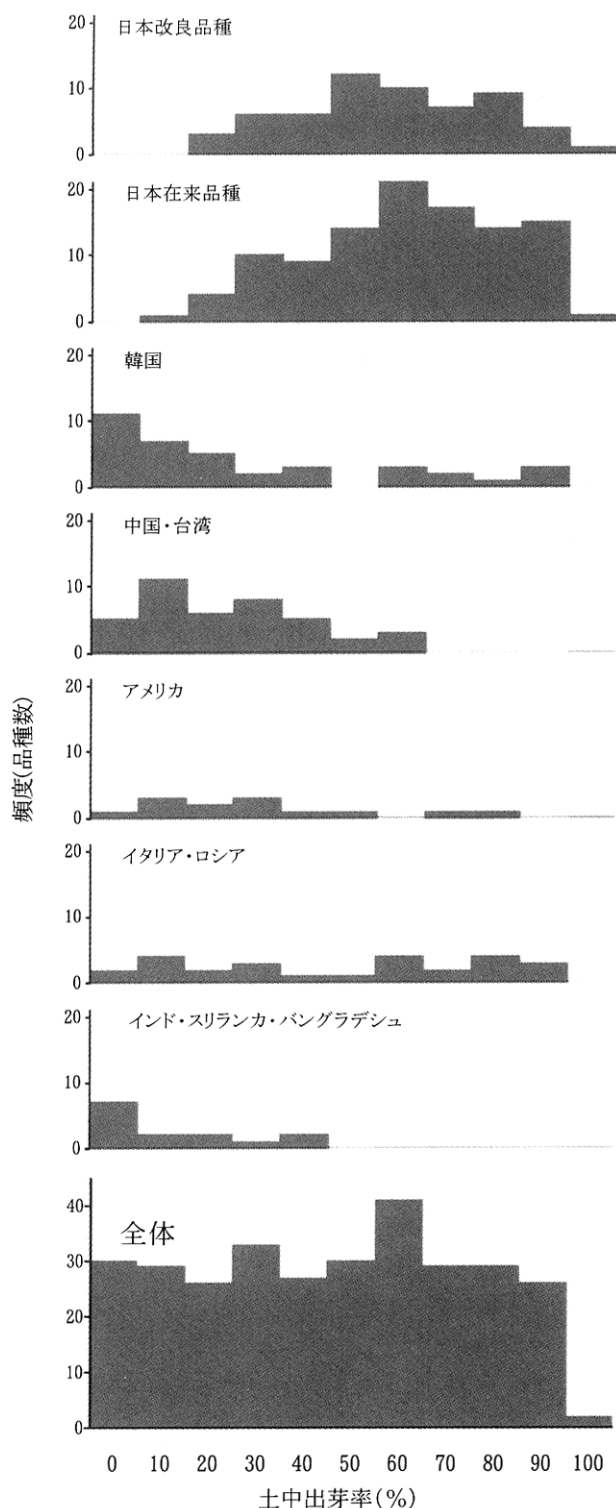
以上の検討結果から、多数の品種を検定することを目的として、検定期間が短い25℃、播種深度2cmの検定条件を採択し、遺伝資源の土中出芽性の評価を行った。

4. 遺伝資源評価

土中出芽率の調査の結果、0%～95%までの幅広い変異が認められた。

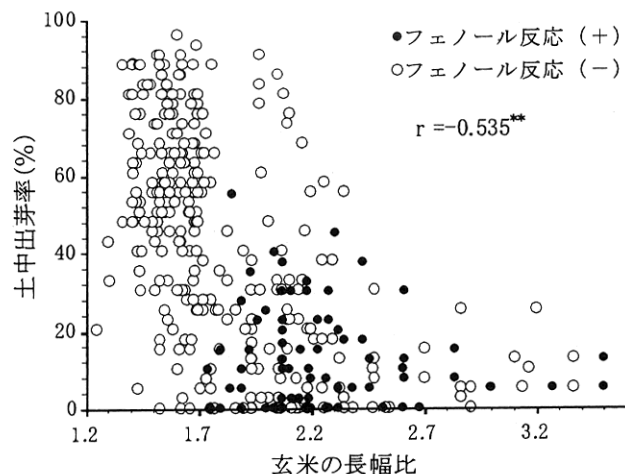
日本原産では、土中出芽率50～80%の品種が多く認められた。改良品種と在来品種を比較すると、在来品種に土中出芽率の高い品種が多く認められた。また、イタリア・ロシアの大粒品種やアメリカの品種の中に出芽率の高いものが認められた。土中出芽率が高かった品種は、大国早生、中生白毛1号(GB整理番号00007991)、上総(GB整理番号00008185)、奈良錦(GB整理番号00008255)、Krasznodarec 5001(GB整理番号00015526)などであった。

一方、中国、韓国、インド・スリランカ・バングラデシュの品種には出芽率20%以下の品種が多く、特にインド・スリランカ・バングラデシュの品種には出芽率50%以上の品種は全く認められなかった(第3図)。



第3図 遺伝資源の土中出芽率の遺伝的多様性。

稲の生態型を分類する特性の一つとして、フェノール反応と玄米粒形があり、典型的な日本型はフェノール反応はなく短粒で、典型的な印度型はフェノール反応があり長粒と考えられる。フェノール反応と土中出芽率との関係では、フェノール反応が+の集団の土中出芽率は低く、-の集団の土中出芽率が高い傾向を示した。両集団の土中出芽率の平均値間に1%水準で有意な差が認められた(第4



第4図 玄米の長幅比およびフェノール反応と土中出芽率との関係。

**：1%水準で有意。

図)。玄米粒形と出芽率との関係では、玄米長幅比との間に1%水準で有意な相関が認められた(第4図)。また、供試品種中のインド型品種集団と思われるインド・スリランカ・バングラデシュ品種群と日本型品種集団と思われる日本改良品種群において、両集団の土中出芽率の平均値間に1%水準で有意な差が認められた。

星野ら(1985)は室温、播種深度2 cm、乾籾播種の土中出芽率を調査し、日本在来品種に土中出芽が優れる品種が多く、特に赤米に土中出芽が優れる品種が多いという報告をしている。本研究においても、日本在来品種に土中出芽率の高い品種が多い結果が得られているが、この報告にあった赤米を取り寄せて試験に供試した結果では、日本型の栽培品種のアキヒカリ、コシヒカリ、キヌヒカリと比較して、出芽が難しい2条件下(25℃で播種深度3 cm, 15℃で播種深度2 cm)において高い傾向がみられたが、有意な差は認められなかった(第3表)。これは、試験に乾籾を用いていることから、土中における発芽の影響があったと考えられた。

藤代ら(1988)は催芽種子を播種深度の異なる条件に播種した場合の土中出芽(苗立ち)を調査し、アメリカ・イタリア品種群に苗立ち率の高い品種があり、半矮性印度型品種群は土中出芽率が著しく劣っていることを報告している。本研究においても、イタリア・ロシアの品種群、アメリカの品種群に土中出芽率の高い品種がみられたが、土中出芽率の低い品種も多数みられ、この報告にあるような、品種群による大きな違いは認められなかった。これは、試験に供試した品種数が少ないため、品種群の傾向に違いが生じていると考えられた。

猪谷(1991)は、催芽程度を鳩胸状態とし、播種深度を異なる条件で試験を行い、日本産品種が土中出芽率の高いことを報告しているが、香り米の評価を主な目的としているため、遺伝的な多様性を評価するにはいたっていない。

上林ら(1994)は、催芽種子を2 cmの深さに播種し、

土中出芽率（苗立ち率）を調査している。籾の長さや幅により印度型ジャワ型日本型を分類し、印度型が土中出芽率が優れている結果になっているが、この検定は、播種後10日に調査し、試験期間の日平均気温が27.9℃になっている点から、本実験2の高温2cm播種深区に当たると考えられ、調査時期の違いによる苗立ち率の相違が考えられた。また、籾の長さや幅で生態型をはっきりと区別することは難しく、生態型別に言及している品種のいくつかは生態型の異なる品種と推測でき、その点からも生態型の考察に違いが生じたと考えられる。

飯村ら（1995）の報告では、供試品種が少ないが、日本稲の還元抵抗性が高い結果であった。

以上のことから、日本型品種の方が印度型品種にくらべ、高い土中出芽性を持つと考えられた。また、遺伝資源の評価の結果から土中出芽性が幅広い変異があることは、福田ら（1997）の報告において、13カ所のQTLが検出されていることからわかるように、遺伝的に複雑な要因に支配されていることが推測された。

本研究では、試験を行う上で、代かき土壌を覆土することが困難であり、また、代かき土壌で正確な播種深度でかつ芽を痛めずに埋没させることが困難なため、均一な条件となる代かき条件は設定できなかった。そのため、圃場における試験方法を含め、代かきの影響の検討が必要と考えられた。また、土壌条件の要因を除いた検定方法（飯村ら1995、八百板ら1996、Won and Yoshida 2000、Kato-Noguchi 2001）による評価と本報告のような土壌を使った検定方法による評価の相違を検討することで、土壌条件による影響が明らかとなる可能性があると考えられた。

今後、土中出芽性に関する優れた遺伝資源を用いた交配を行い、土中出芽性に優れた品種を育成していく予定である。同時に、土中出芽性の遺伝様式について検討していく予定である。

引用文献

- 藤井潔・久保田重正・小松勝夫・朱宮昭男・工藤悟 1992. 水稻湛水直播における出芽・苗立ちの生態種及び品種間差異と最適催芽程度の解明. 愛知農総試研報 24: 1—10.
- 藤代淳・羽田丈夫・中根晃 1988. 湛水条件下における水稻の出芽・苗立ち性の品種間差異. 日作関東支部会報 3: 23—24.
- 福田善通・太田久稔・田村克徳・笹原英樹・福山利範・芦川郁夫・上原泰樹・八木忠之 1997. 土中出芽性に関するQTL（計量形質遺伝子座）解析. 日作紀 66（別1）: 242—243.
- 荻原素之 1993. 水稻の湛水土壤中直播における出芽・苗立ちに関する研究. 石川農短大特報 20: 1—103.
- 星野孝文・岡本正弘・篠田治躬 1985. 湛水深播条件下における稲籾出芽性の品種間差異. 育種 35（別2）: 312—313.
- 飯村敬二・阿部利徳・笹原健夫 1995. 水稻の発芽時の還元抵抗性の選抜方法と品種間差異. 育種 45（別2）: 98.
- 猪谷富雄 1991. 日本産および外国産香り米品種にみられる種子の低温発芽性と土中出芽性の変異. 育種 41（別2）: 398—399.
- 上林美保子・遠藤正昭・鶴見功 1994. 外国稲の還元抵抗性の品種間差異. 日作東北支部報 37: 41—45.
- Kato-Noguchi, H. 2001. Submergence tolerance and ethanolic fermentation in rice coleoptiles. Plant Prod. Sci. 4: 62—65.
- 三石昭三 1975. 水稻の湛水直播における土壌中埋没播種に関する作物学的研究. 石川農短大特報 4: 1—59.
- Ogiwara, H and K. Terashima 2001. A varietal difference in coleoptile growth is correlated with seedling establishment of direct seeded rice in submerged field under low-temperature conditions. Plant Prod. Sci. 4: 166—172.
- Saka, N. and T. Izawa 1999. Varietal differences in the survival rate of sprouting rice seed (*Oryza sativa* L.) under highly reduced soil conditions. Plant Prod. Sci. 2: 136—137.
- 佐藤亨・堀内悦夫・玉木真由美・杉本秀樹・雨宮昭 1987. 水稻の湛水土壤中直播栽培における苗立ちについて. 愛媛大農紀要 32: 19—33.
- 八百板正則・長谷川浩・山口弘道 1996. 嫌気的水中におけるイネ発芽種子の生長. 日作紀 65（別1）: 132—133.
- Won, J.G. and T. Yoshida 2000. Screening cultivars at low dissolved oxygen level for water-seeded rice. Plant Prod. Sci. 3: 112—113.

Studies on Evaluating Method and Genetic Variation of Seedling Emergence in Direct Seeding under Submerged Soil Condition: Hisatoshi OHTA^{*,1),2)}, Tokio IMBE¹⁾ and Tomohiko YOSHIDA³⁾ (¹⁾Natl. Inst. of Crop Sci. Tsukuba Ibaragi 305-8518, Japan; ²⁾Tokyo Univ. of Agr. and Technol.; ³⁾Utsunomiya Univ.)

Abstract: The seedling emergence of rice in direct seeding in submerged soil was investigated with respect to the degree of the forced sprouting, temperature and seedling depth. As a preliminary test, eight representative rice cultivars of various origin, i.e., Akihikari, Koshihikari, Kinuhikari, Akage, Akamai, Arborio, Lemont, and Habataki, were tested for emergence. The optimum condition for germination in the submerged soil was exposure to 25°C for 2~3 days. Germinated seeds with 0.4~1.4 mm coleoptiles were placed at 1cm, 2 cm and 3 cm depth under the submerged soil surface in a growth chamber kept at 15°C and 25°C. The seedling emergence widely varied genotypes when seeded at a 2 cm or 3 cm depth at 25°C and 1cm depth at 15°C. Then the emergence of 302 rice cultivars seeded at a 2 cm depth at 25°C was compared. Among them 59 (modern) and 104 (native) cultivars from Japan, 40 from China, 39 from Korea, 23 from Italy, 13 from America, 9 from India, 4 from Russia, and 11 from other countries. The rice cultivars from India, Sri Lanka, and Bangladesh showed a significantly lower percentage of emergence than those from Japan. These findings suggested that Indica type varieties had poor seedling emergence under a submerged soil condition.

Key words: Direct seeding, Evaluating method, Gene stock, Rice, Seedling emergence, Submerged soil condition.