

インド型および日本型イネ種子の発芽特性に関する比較生理学的研究(1)

誌名	東北大学農学研究所報告
ISSN	00408697
著者名	三吉,一光
発行元	東北大学農学研究所
巻/号	39巻1号
掲載ページ	p. 37-41
発行年月	1988年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



インド型および日本型イネ種子の発芽特性に関する 比較生理学的研究

— 第1報 採種時にみられる発芽特性の
生態型および品種間差異 —

三 吉 一 光*

(1987年11月4日受理)

I 緒 言

アジアの栽培イネ (*Oryza sativa* L.) は諸形質について多様性とみ、おかれた環境への適応の結果、種々の遺伝的な変異を含有している。加藤は雑種第1代の稔性や形態の特徴などを調査し、アジアの栽培イネは、インド型と日本型の2つの亜種に区分しうることを指摘した¹⁾。

イネの休眠性に関する研究は、今日まで数多く報告されており、その休眠程度は品種や系統を判別しうる遺伝的形質であることが知られている^{2,3)}。これまでの報告から、インド型の方が休眠が強く、日本型では、休眠が弱いか、ほとんどないと認識されている⁴⁾。

従来、イネ種子の休眠は包被組織を除去することで打破されるものと理解されてきた^{3,4,5,6,7,8)}。しかし、予備実験を行ったところ、日本型においては採種直後に除穎処理により発芽が阻害されることが示唆された^{9,10)}。

これまでのイネ種子の発芽に関する研究では、両亜種について生理生態学的な多数の知見がある。しかし、除穎処理により発芽が阻害される現象について、特に日本型とインド型に関し比較生理学的検討を行ったものは全く見受けられない。

本研究では、予備実験で示唆された、日本型における除穎処理による発芽阻害の現象をふまえて、穎の有無によって示される発芽特性の亜種間での差異を誘起する原因を追求するための基礎的知見として、生態型、品種間の発芽性に関する変異についてインド型、日本型を中心に一部生態型 Bulu の品種も供試し比較検討した。

II 材料および方法

1. 材 料

インド型は Aus, Aman, Boro, Tjereh の各生態型を、1生態型あたり3~8品種を用いた。また、日本型として日本イネを31品種および生態型 Bulu を12品種用いた。

自然日長下で採種が可能である日本イネおよびインド型に属する生態型 Aus, Boro の供試材料は、東北大学農学研究所付属農場（宮城県志田郡鹿島町）内の実験水田において1983年に栽培したものをを用いた。これらの材料は慣行に従って栽培した。インド型のうち生態型 Aman および Tjereh に属する品種は感光性が強いいため、東北大学農学研究所（仙台市片平）内の短日処理装置を用い、10時間の短日処理を約20日間行い幼穂形成を誘導し、その後ガラス室内で栽培したものをを用いた。栽培は1/5,000 a ワグネルポットを用いて行った。また、生態型 Bulu は基本栄養生長期が長いいため、あらかじめ冬期に温室内で苗を育成した材料をガラス室内で1/2,000 a ワグネルポットを用い栽培したものを供試した。これらポットにおいて栽培した材料の肥培管理等は慣行にしたがって行った。

実験農場で栽培した日本イネおよび生態型 Aus, Boro に属する品種の出穂は7月下旬から9月上旬までの間にみられた。これらの品種の採種は8月下旬から10月上旬までに行なった。また、短日処理を行った Aman, Tjereh および基本栄養生長期の長い Bulu の採種は11月上旬に行なった。収穫は内外穎や果皮より葉緑素が消失した時期を目安にして行った。供試種子はほとんどの品種においては収穫日に、また、一部品種はその翌日に発芽試験を開始した。

2. 方 法

種子の殺菌はまず、70% エタノールにより約30秒間行い、ただちに流水で洗い、次に、次亜鉛素酸ナトリウム2%水溶液に20分間浸漬後、再び流水で充分に

洗浄して行った。

発芽試験は直径 6 cm のシャーレに直径 5.5 cm の濾紙 (東洋 No. 2) を 3 枚入れ、蒸留水を 4.5 ml 加えた発芽床に 25 粒播種し、30°C、暗黒条件下において 15 日間培養して行った。なお、除穎処理は穎果の殺菌後、ピンセットを用いて行った。発芽の調査は毎日行い、穎もしくは果皮より幼根あるいは幼芽が突出したものを発芽種子と判断した。また、他の種子への影響を排除するための発芽種子は、記録した後、除去した。結果は 15 日目の発芽率をもって表し、何れの実験区の結果も 3 回反復の平均値で示した。

III 結 果

インド型においては、いずれの品種でも、除穎処理を行った玄米での発芽率の方が、穎果よりも高かった。それぞれの品種に注目した場合、(1) 除穎種子の発芽率が 10-40% 程度と低くかつ、穎果での発芽が全く認められなかった品種、(2) 除穎種子の状態ですべての種子が発芽し、穎果でも 10-90% の発芽が認められた品種、および、(3) 中間的なものとして、除穎種子の状態ですべて 60-80%、穎果でも 20-40% 程度の発芽を示す品種などが見られた。また、生態型 Aman および Tjereh では発芽率の比較的高い (2)、(3) に属する品種が多く認められた。一方、生態型 Aus は発芽率の低い (1) に属する品種が多かった。次に、生態型 Boro は (1)、

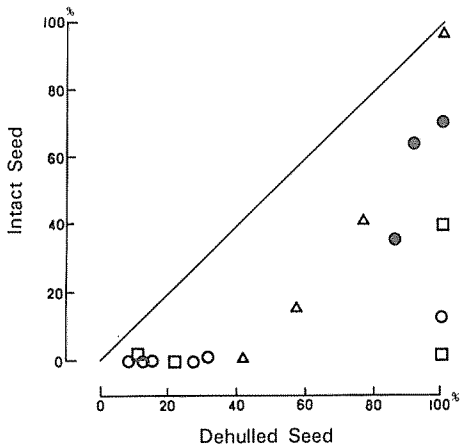


Fig. 1 The germination percentage of intact and de-hulled seed of Indica rice seed at harvest time. The seed were incubated for 15 days. ecotype
○ Aus
● Aman
□ Boro
△ Tjereh

(2) に属する品種が多く認められた (Fig. 1)。

一方、日本型では、ほとんどの品種において、インド型とは逆に、穎果での発芽率の方が除穎種子よりも高い値を示した。穎果での発芽率も 40% 程度のもから 100% 発芽する品種まで認められた。また、穎果の状態ですべて 100% 発芽する品種でも除穎処理を行った場合、全く発芽が認められないものから、90% 以上発芽する品種まで存在した (第 2 図)。

品種の早晩性でみた場合、中生品種では、穎果の状態での発芽率も比較的 low 60-80% 程度の品種が多く、除穎処理を行うとさらに発芽率は 20% 前後まで低下した。晩生品種の種子は中生品種よりも発芽しやすく、穎果で 100% の発芽を示す品種が多数存在した。また、晩生品種のうち、開花日と採種日が同一である、奥羽 195 号、奥羽 200 号そしてササニシキを比較すると、奥羽 200 号は穎果で約 70% の発芽を示した。さらにササニシキは発芽しやすく 100% の発芽が認められたが、除穎種子では両品種とも、ほとんど発芽しなかった。奥羽 195 号は穎果で 100% 発芽し、さらに除穎種子でも約 40% の発芽が認められた。生態型 "Bulu" では、半数以上の品種において、穎果および除穎種子いずれの場合もほぼすべての種子で発芽が認められた (Fig. 2)。

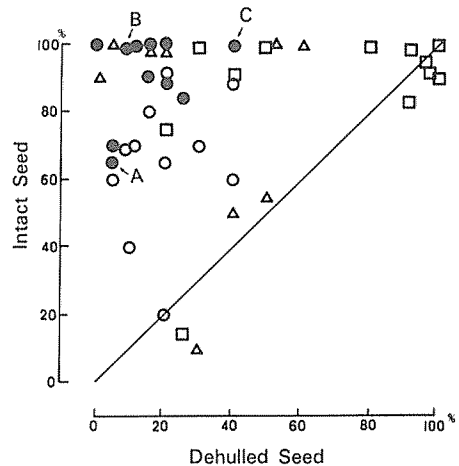


Fig. 2 The germination percentage of intact and de-hulled seed of Japonica rice seed at harvest time. The seeds were incubated for 15 days.

○ Japanese rice, mid-cultivar date of anthesis 11 August-13 August
● Japanese rice, late-cultivar date of anthesis 17 August-27 August
△ Japanese rice others
□ Bulu
A Oou no. 200 B Sasanishiki
C Oou no. 195

IV 考 察

インド型および日本型品種あわせて、約 60 品種を供試し、採種直後の発芽特性について、穎果および除穎処理を行った玄米の状態と比較した結果、両亜種間における休眠程度（発芽率で示される）は様々であった。しかし、亜種間で比較すると、第 1 図に示したように、45 度の傾きの下側に全てのインド型が、そして、第 2 図に示したように、上方にほとんどの日本型品種が存在した。この様に、亜種内での品種間の差異はあるものの、採種直後の発芽試験の際に穎果に加え、除穎種子の供試により、両亜種それぞれが特徴的な発芽特性を示すことが明かとなった。

これまで、休眠における包皮組織の役割の一つとして胚の生長に必要な酸素の吸収を妨げることが考えられてきた^{11,12,13,14,15}。イネの内外穎は、上表皮、表皮下繊維組織、柔組織そして下表皮の 4 層からなり¹⁶、穎が酸素の供給を制限している可能性が考えられる。イネをはじめとする穀類では、従来、一般に酸素分圧を高めると発芽が誘導されるとされてきた^{17,18,19}。本実験ではインド型において除穎種子の方が穎果よりも発芽率が高く、内外穎が酸素供給を阻害していると考えた場合、これまでの知見と合致している。

一方、これまで水生植物をはじめとし、いくつかの植物では低い酸素分圧下においてのみ発芽が誘導されることが報告されている^{20,21,22,23,24}。日本型はインド型と異なり穎果での発芽率が高い。しかし、酸素分圧を高める可能性がある除穎処理により、逆に発芽率は低下した。このように日本型の発芽はより低い酸素分圧下で促進されると解釈できる。

従来の多くの報告は、スズメノテッポウの例を除き²⁵、少なくとも同一種内において種子発芽はより高い酸素分圧かもしくは、逆により低い酸素分圧の何れか一方の条件下でのみ誘導されることについて指摘してきた。しかし、イネでは、同一種内で、嫌気的および好氣的両条件下によって促進または阻害される可能性がインド型および日本型において示された。以上のように、イネでは同一種内で採種時の発芽特性のような生理的形質により、両亜種を特徴づける事も可能であることが示された。

また、図中（第 2 図）に示した、奥羽 195 号、奥羽 200 号、そしてササニシキは開花日および採種日が同じであり、登熟期の環境条件は同一であったと考えられる。しかし、これら 3 品種で穎果および除穎種子での発芽率は明らかに異なったことから、登熟期の環境変異の要因を除いた場合でも、同一亜種内には、発芽

特性に関し、品種間の遺伝的な差異が存在すると考えられる。

従来、イネ種子は登熟中の気温が低いほど、完熟種子の休眠程度は低いとされている²⁶。本実験においても、中生および晩生稲品種を比較すると、開花日が遅い晩生品種において、より高い発芽率を示す品種が多く存在した。また、インド型のうち生態型 Aman, Tjereh およびジャワ型の Bulu では発芽率の高い品種が存在していた。これらは、何れも圃場での採種ができなため、登熟の後半は無加温のガラス室に入れ、11 月に採種した。これらの生態型において高い発芽率を示したのは、栽培条件が関与していることが予想されるため、生態型の特性とし取り扱うには、更に検討が必要であると考えられた。

以上のように、発芽特性に関して、亜種内においても、遺伝的な変異が認められた。そして、さらに環境、特に気温に影響されて生じた変異などの存在する可能性が考えられた。このため、両亜種の発芽特性の比較生理学的な、研究を行うためには、亜種内でみられる、これらの変異の幅についての知見を得ることが必要と考えられる。

V 摘 要

イネ (*Oryza sativa* L.) 各生態型の採種直後の発芽特性を穎果および除穎処理を行った玄米で調べた。インド型は Aus, Aman, Boro, Tjereh, 各生態型をそれぞれ 3~8 品種、そして日本型として日本イネ 31 品種および生態型 Bulu を 12 品種を供試した。

その結果、インド型では除穎処理により発芽が促進された。品種に着目した場合、(1) 除穎種子の発芽率が 10-40% 程度と低くかつ、穎果での発芽が全く認められなかった品種、(2) 除穎種子の状態ですべての種子が発芽し、穎果でも 10-90% の発芽が認められた品種、および、(3) 中間的なものとして、除穎種子の状態ですべて 60-80%、穎果でも 20-40% 程度の発芽を示す品種などが見られた。また、生態型 Aman および Tjereh では発芽率の比較的高い (2), (3) に属する品種が多く認められた。一方、生態型 Aus は発芽率の低い (1) に属する品種が多かった。次に、生態型 Boro は (1), (2) に属する品種が多く認められた (第 1 図)。

一方、日本型では逆に除穎処理により発芽が阻害された。中生品種では穎果での発芽率は 60-80% であったが、玄米では 20% 前後まで低下した。晩生品種では穎果で 100% の発芽率を示すものが多く存在し、玄米では中生品種と同様に発芽率は低下した。それに加え、たとえ開花および採種日が同じであった品種でもそれ

ぞれ発芽性は異なった。

また、生態型 Bulu の一部の品種では除穎処理によって発芽が阻害された。これらの結果、穎果および玄米での発芽率には生態型さらに品種により差異があるものの、インド型では除穎処理によって発芽が促進され、日本型およびジャワ型では阻害されることを見いだした。

文 献

- (1) KATO, S. On the affinity of the cultivated varieties of rice plants, *Oryza sativa* L.. Jour. Dep. Agr. Kyushu. Imp. Univ. 2: 241-276. 1930.
- (2) DORE, J. Dormancy and viability of paddy seed. Malayan Agric. J. 38: 163-173. 1955.
- (3) 岡 彦一, 蔡国 海. 稲 種子の休眠と寿命に関する品種間差. 育種学雑誌, 5: 90-94. 1955.
- (4) TANG, W.T. and CHIANG, S.M. Studies on the dormancy of rice seed. Memo. Coll. Agr. Natl. Taiwan. Univ. 4: 1-7. 1955.
- (5) 林 満, 日高洋一郎. 稲種子の休眠性および発芽性に関する研究. 鹿大農学部報告, 29: 21-32. 1979.
- (6) ROBERTS, E.H. Dormancy in rice seed. II. The influence of covering structures. Jour. Exp. Bot. 12(36): 430-445. 1961.
- (7) NAVASERO, E.P., BAUN, L.C. and JULIANO, B. O. Grain dormancy, peroxidase activity and oxygen uptake in *Oryza sativa*. Phytochemistry. 14: 1899-1902. 1975.
- (8) COHN M.A. and HUGHES, J.A. Seed dormancy in red rice (*Oryza sativa*). Weed Sci. 29: 402-404. 1981.
- (9) TAKAHASHI, N. Inhibitory effect of oxygen on seed germination in rice. Ann. Bot. 55: 597-600. 1985.
- (10) TAKAHASHI, N. and MIYOSHI, K. Inhibitory effects of oxygen on seed germination as a specific trait of Japonica rice, *Oryza sativa* L.. Japan. J. Breed. 35(4): 383-389. 1985.
- (11) CROCKER, W. Role of seed coats in delayed germination. Bot. Gaz. 42: 265-291. 1906.
- (12) BROWN, R. An experimental study of the permeability to gases of the seedcoat membranes of *Cucurbita pepo*. Ann. Bot. (London) 4: 379-395. 1940.
- (13) BARTON, L.V. Dormancy in seeds imposed by the seed coat. In: "Encyclopedia of plant physiology" Rihland (ed.). 15B pp 727-745, Springer.
- (14) EDWARDS, M.M. Seed dormancy and seed environment-internal oxygen relationships. In: "Seed Ecology" Heydecker, W. (ed.) pp 169-188. Butterworths. 1973.
- (15) PORTER, N.G. and WAREING, P.F. The role of the oxygen permeability of the seed coat in the dormancy of seed *Xanthium pennsylvanicum* Wallr. Jour. Exp. Bot. 25: 583-594. 1974.
- (16) 星川清親. 種子と発芽. 稲の生長. 星川(著), pp 19-32. 農文協, 1975.
- (17) BURHAM, V. and WELLINGTON, P.S. Studies on the germination of cereals. Ann. Bot. 25: 197-205. 1961.
- (18) NAJOR, W. and ROBERTS, E.H. Dormancy in cereal seeds. Jour. Exp. Bot. 19: 77-89. 1968.
- (19) 林 満. 稲 種子の休眠性および発芽性に関する研究. 鹿大農学術報告, 30: 1-9. 1980.
- (20) MORINAGA, T. Germination of seeds under water. Amer. J. Bot. 13: 126-140. 1926.
- (21) MORINAGA, T. The favorable effect of reduced oxygen supply upon the germination of certain seeds. Amer. J. Bot. 13: 159-166. 1926.
- (22) 荒井正雄, 宮原益次. 水田雑草タイヌビエの生理生態学的研究. 日本作物学会紀事, 31: 73-77. 1962.
- (23) SIMPSON, G.M. A study of germination in the seed of wild rice (*Zizania aquatica*). Can. J. Bot. 44: 1-9. 1966.
- (24) COME, D. and THEVENOT, C. Environmental control of embryo dormancy and germination. In: "The physiology of seed development, dormancy and germination" Khan (ed.) pp 271-298. Elsevier.
- (25) 松村正幸. 雑草スズメノテッポウの種生態学的研究. 岐阜大学農学部研究報告, 25: 129-208. 1967.
- (26) 池橋宏. 環境による水稲品種の発芽性の変動とその検定・選抜方法. 育種学雑誌, 22: 13-20. 1972.

A Physiological Study of Difference in Germinability between Japonica and Indica Rice Seed

—I Differences in germinability observed at harvest time
among ecotypes and cultivars—

Kazumitu MIYOSHI

Summary

Seventeen cultivars which belong to 4 ecotypes, "Aus", "Aman", "Boro", and "Tjereh", were used as Indica rice. Thirty-one Japanese rice and 12 cultivars which belong to ecotype "Bulu" were used as Japonica rice.

Germination tests were carried out on the intact and the de-hulled seeds at harvest time.

In Indica, germination was stimulated by de-hulling in all the cultivars (Fig. 1). Among the cultivars, "Aus" showed poor germination in both of intact and de-hulled seeds. In the other ecotypes germination percentages varied from cultivar to cultivar.

In Japonica seed germination was inhibited by de-hulling in almost all of the cultivars (Fig. 2). In Japanese rice the mid-cultivar group showed lower germination percentage than the late-cultivar one in the case of intact seeds. Though there was cultivar variation in each group, differences in germination percentage between the mid-cultivar and late-cultivar groups may have been partially due to the influence of environmental factors. Especially low temperature during the maturation of seeds on mother plants weakened seed dormancy as Ikehashi (1972) showed.

In japonica de-hulling inhibited but in Indica stimulated germination. In each subspecies (Indica and Japonica) variation in germination percentage existed, and this may have been due to genetical and partially environmental factors.