



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

水稻峰光に生じた小穂異常突然変異稲の一般的特性
と小穂の形態的特徴

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2022-05-19 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 安江, 多輔, 渡辺, 久雄, 梅岡, 嘉己 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/5773

水稻峰光に生じた小穂異常突然変異
稲の一般的特性と小穂の形態的特徴

安江多輔・渡辺久雄・梅岡嘉己*

作物学研究室

(1983年7月28日受理)

General Characteristics of Spontaneous Mutant Rice Arising
from Minehikari and Morphological Characteristics
of Abnormal Spikelets of the Mutant

Tasuke YASUE, Hisao WATANABE and Yoshimi UMEOKA

Laboratory of Crop Science

(Received July 28, 1983)

SUMMARY

General characteristics of spontaneous mutant rice having abnormal spikelets and morphological characteristics of abnormal spikelets were investigated in comparison with the original rice cultivar Minehikari.

1. No difference was found in the growth habits and general characteristics of mutant strain in comparison with Minehikari, except that the initial heading time of the mutant strain was delayed about 5 days beyond that of Minehikari. No difference was found in the number of productive culms per plant and the number of spikelets per ear between Minehikari and its mutant strain, but many delayed tillers emerged during the ripening period in the mutant strain. Therefore, no difference was found in total dry matter between Minehikari and its mutant strain.

2. Percentage of seed setting in the mutant strain was extremely low at only 3.0 per cent. The grains of the mutant strain were naked and the shape of brown rice was like the long grain with narrow width and thin thickness. Weight of 1,000 kernels of the mutant strain was 8.6 g against 22.6 g of Minehikari.

3. The spikelets of the mutant strain were one spikelet-two florets structure as compared with one spikelet-one floret in normal rice. About the same abnormal spikelets in external appearance were observed in all panicles and chimera was not observed. And also no segregation was observed in self-pollinated progeny of the mutant strain. The abnormality of the spikelets in this mutant strain was found to be controlled by single recessive gene, in crossing with normal rice.

4. In mutant strain, rudimentary glumes and sterile glumes were normal, but lemmas were thin, long and leafy with 7-9 nerves as compared with 5 nerves of normal lemma. Paleas were imperfectly

* 愛知県立新城高等学校

developed showing thin, upright, membranous structure like ligule. Lemma and palea did not join closely each other as normal unhulled rice, because of their morphological disproportion.

5. Various degrees of degeneration and malformation of pistil were observed, but not much severe malformation such as pollination or fertilization was prevented. A decreased number of anthers per floret was observed in almost all florets. Imperfectly developed anthers were also observed, but the pollen fertility was high with about 90 per cent in most anthers. It was considered that the low seed setting was based on the failure of pollination and fertilization which were caused by a decreased number of anthers and failure of dehiscent anthers. It was supposed that the failure of dehiscent anthers derived from exposure to outer environment and drying without closing by lemma and palea. This situation also affected badly the development of fertilized ovary and the thickening growth of kernels.

Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ. (48) 1-13, 1983.

要 約

水稻峰光に生じた小穂異常突然変異系統の諸特性を峰光と比較調査すると共に、異常小穂の形態的特徴を明らかにした。

1. 変異系統は峰光に比して出穂始めが約5日遅延したが、草丈その他の生育特性にはほとんど差が見られなかった。また1個体当たりの有効茎数および1穂当たりの穎花数にも差が見られなかった。登熟期間中に遅発分げつが多発し、全乾物重(モミ重+ワラ重)には峰光と差が見られなかった。

2. 種子稔性は3.0%と著しく低かった。穀粒は穎に包まれることなく露出しており、玄米1粒重は峰光の22.6mgに対して8.6mgと小さく、粒は細長く長粒種に類似していた。

3. 変異系統の小穂は通常の花の上にさらに小花が附加的に形成された1小穂2小花構造であり、外観的にはほぼ同様の異常小穂が全株、全穂に観察され、キメラ現象は全くみられなかった。自殖次代にも全く同様の異常小穂を示し、分離はみられなかった。したがって、本変異系統は峰光から生じた1因子性の劣性自然突然変異であると考えられた。

4. 副護穎および護穎は正常であったが、外穎はすべて細長く葉状化し、内穎の発達は不良で膜状化している場合が多く、内・外穎の鈎合は見られなかった。

5. 雌ずいの退化欠失および奇形化が見られたが、受粉機能を妨げるような著しい奇形化は少なかった。雄ずいは1小花当たりの本数に減少がみられ、発達不良の葯が見られたが、花粉稔性は約90%と高かった。したがって、不稔の原因は葯数の減少と葯の裂開不良による受粉・受精障害によるものと推察された。そして、葯の裂開不良の原因として、内外穎が正常に鈎合せず、雄ずいが常に外気にさらされているため、乾燥その他外部環境の影響を受ける結果と考えられた。またこのような状態は受精した子房の発育や米粒の肥大に悪影響をおよぼすと考えられた。

結 言

共同研究者の1人梅岡が1977年に愛知県鳳来町大野地内の水稻峰光の水田で発見した変異株は、全小穂が1小穂2小花構造を示した。外穎は細長く葉状に変形し、また内穎は膜状化して、内・外穎の鈎合は見られず、雄ずいおよび雌ずいに形態的異常や数の増減を伴って稔実率は著しく低いが、結実した種子は内・外穎に包まれることなく裸米となる。自殖次代はすべて同様の異常小穂を示した。

穎に各種の形態的異常を示したり、小花諸器官の数に変化を示すなどの異常小穂や奇形小穂の出現については、自然突然変異¹⁻⁷⁾、あるいは低温⁸⁻¹¹⁾、冷水灌漑¹²⁻¹³⁾、干ばつ¹⁴⁻¹⁵⁾、塩害¹⁶⁾および冠水¹⁷⁾などの強い環境ストレスによる生理障害によって発生することが報告されている。

一方、幼穂形成期のX線処理¹⁸⁾やジベレリンなどの植物ホルモン処理¹⁹⁻²⁵⁾によっても小穂に種々の形態的異常の発現することが知られており、形態形成論的な立場から一連の研究が行われている。さらにX線^{23,26,27,28)}やエチレンイミン²⁹⁾などによって、種々の奇形小穂をもった人為突然変異稲の誘起されることが

報告されている。

本報は水稻峰光に生じた自然突然変異系統（以下変異系統と呼ぶ）の一般特性と異常小穂の形態的特徴について明らかにし、さらに従来報告されている各種の環境ストレスや自然災害などの生理障害および自然ならびに人為突然変異稲の奇形小穂との異同を比較考察し、異常小穂の形態形成について考察を行った。

材料および方法

1977年に水稻峰光の水田に見出された変異株をポットに移植してガラス室内で越冬させ、翌年株分けして増殖した個体に結実した種子および比較対照用の1978年度現地産の峰光の種子を1979年5月1日に播種箱に播種育苗し、5月24日に1/2,000 a ワグナーポットに、1ポット3個体、5ポットで計15個体ずつ移植栽培した。肥料は基肥として10-10-10化成を1ポット当たり2.5g(N, P₂O₅, K₂Oいずれも5kg/10aに相当)、追肥は穂肥として同じく10-10-10化成を1ポット当たり1.25g(N, P₂O₅, K₂Oいずれも2.5kg/10aに相当)施用した。

草丈、葉令、茎数および穂数を移植時より1週間毎に調査し、また全穂の出穂日を調査した。収穫は10月1日に行い、風乾後、稈長、穂長、一次枝梗数、穎花数および結実粒数を調査した。乾物重はモミとワラに分けて測定した。変異系統の小穂は、開花期から登熟期にかけて任意に抽出した穂について、全小穂の外部形態および外穎を除去した内部花器の形状を実体解剖顕微鏡によって観察した。

結 果

1. 一般特性の比較

1) 発芽および初期生育

変異系統の種子は後述するように小形で細長く、粒重は峰光の約1/2であったが、播種した種子は100%発芽し、初期生育も良好であった。なお、変異系統の種子は無穎（玄米）であるため、有穎（粳）の峰光より出芽が1~2日早かった。播種後2週間目の草丈および葉令はTable 1に示したように、峰光よりも初期生育がやや早かった。

2) 生育特性

移植後の主稈葉令の推移をFig. 1に示した。出芽の早晩に基づく育苗期間中の葉令の差が移植後も約4週間続いたが、その後は殆んど差がなく、最高分け時期以降はむしろ峰光の方が早くなった。最終的な主稈葉数は変異系統においては15個体中4個体、峰光においては15個体中1個体だけが15枚で、他はすべて16枚であった。

移植後の茎数および穂数の推移をFig. 2に示した。移植後約4週間は変異系統の茎数がやや多かったが、その後は峰光の方が多くなり、最高分けつ数は峰光がやや多かった。出穂始めは峰光の8月3日に対して、変異系

Table 1. Plant height and leaf age in Minehikari and its mutant strain at 2 week after seeding (Mean ± S. D.)

	Mutant	Minehikari
Plant height (cm)	13.2±2.9	12.5±2.4
Leaf age	4.0±0.3**	3.7±0.3

** : Significant at the 1% level

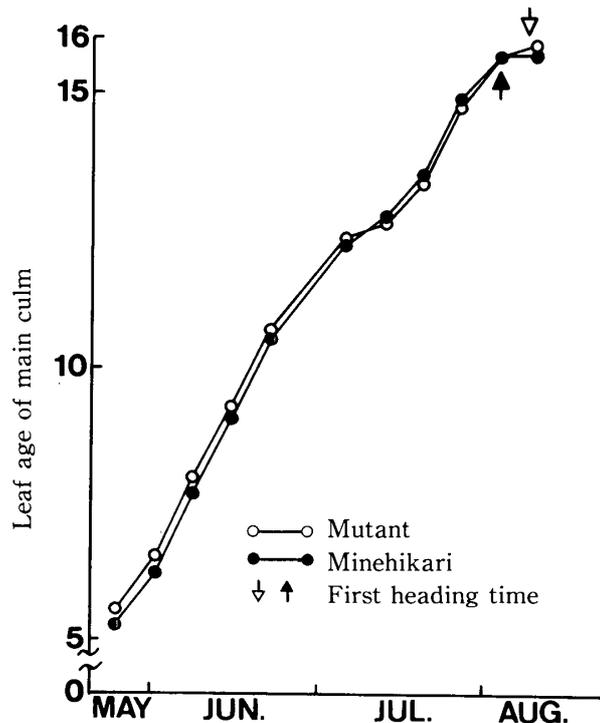


Fig. 1. Transition of leaf age of main culm in Minehikari and its mutant strain.

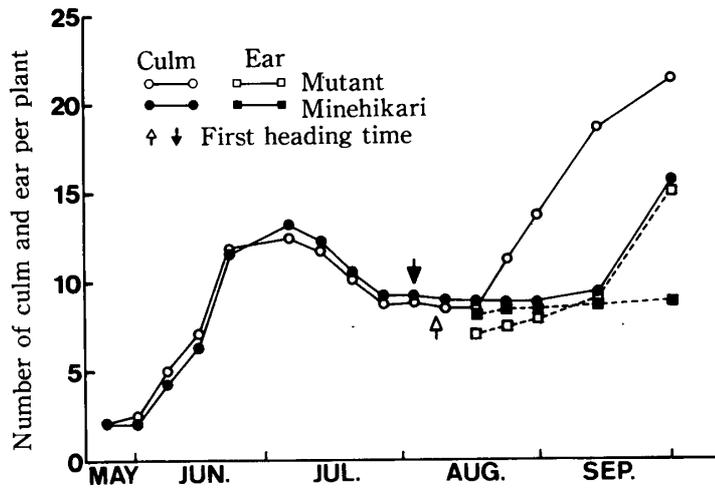


Fig. 2. Transition of number of culm and ear in Minehikari and its mutant strain.

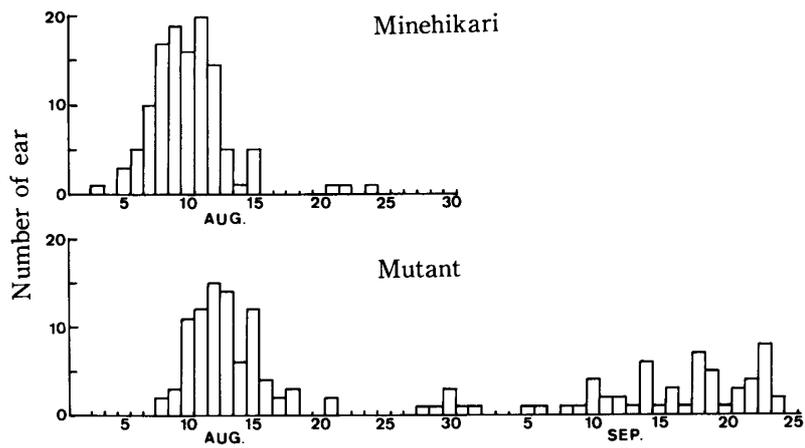


Fig. 3. Heading in Minehikari and its mutant strain.

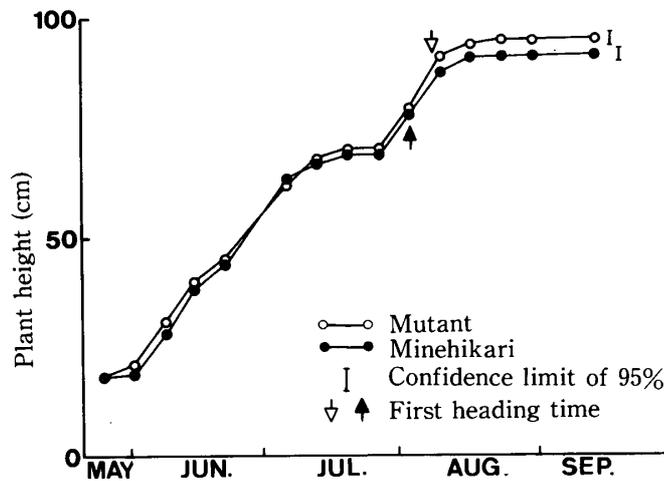


Fig. 4. Transition of plant height in Minehikari and its mutant strain.

Table 1. Yielding components and relative characteristics in Minehikari and its mutant strain (Mean \pm S. D.)

Characteristics	Mutant	Minehikari	Significance test	
			Equality of variance	Difference between mean
Number of culm per plant	21.4 \pm 3.6	15.8 \pm 3.5	S	**
Number of ear per plant	15.2 \pm 3.2	8.9 \pm 1.8	D	**
Number of productive tiller per plant	8.4 \pm 1.1	8.5 \pm 1.4	S	NS
Number of delayed tiller per plant	8.0 \pm 2.6	0.6 \pm 1.3	D	**
Culm length (cm)	61.6 \pm 1.7	61.2 \pm 2.1	S	NS
Ear length (cm)	20.6 \pm 0.5	18.5 \pm 0.5	S	**
Number of primary branch per ear	6.9 \pm 0.5	7.1 \pm 0.4	S	NS
Number of degenerated primary branch per ear	0.3 \pm 0.2	0.1 \pm 0.1	S	*
Number of spikelet per ear	66.9 \pm 5.8	70.6 \pm 6.0	S	NS
Number of degenerated spikelet per ear	9.4 \pm 1.6	3.5 \pm 0.9	S	**
Seed setting (%)	3.0 \pm 1.6	92.3 \pm 12.4	D	**
Length of kernel (mm)	4.9 \pm 0.5	5.1 \pm 0.2	D	NS
Width of kernel (mm)	1.6 \pm 0.2	2.9 \pm 0.1	D	**
Thickness of kernel (mm)	1.8 \pm 0.2	2.1 \pm 0.1	D	**
Weight of paddy rice (mg)	11.1 \pm 3.0	27.6 \pm 0.7	D	**
Weight of brown rice (mg)	8.6 \pm 2.3	22.6 \pm 0.6	D	**
Weight of unhulled rice per plant (g)	1.4 \pm 0.2	14.5 \pm 2.6	D	**
Weight of straw per plant (g)	29.8 \pm 5.3	16.3 \pm 2.9	D	**
Total dry matter per plant (g)	31.1 \pm 5.5	30.6 \pm 4.5	S	NS
Grain-Straw ratio	0.05 \pm 0.01	0.89 \pm 0.09	D	**

S : Denotes the same variance, D : Denotes significant difference in variance.

*, **: Denotes significance at the 5 % and 1 % level, respectively.

NS : Denotes no significance.

統は8月8日で5日遅れた。出穂のピークも約3日遅れた (Fig. 3)。また変異系統は8月下旬から9月下旬にかけて多くの遅発分げつの発生が見られた。草丈の推移を Fig. 4 に示した。峰光と変異系統の間にはほとんど差はなかったが、初期生育は変異系統の方がややまさり、特に出穂期以降は変異系統の草丈が有意に高かった。

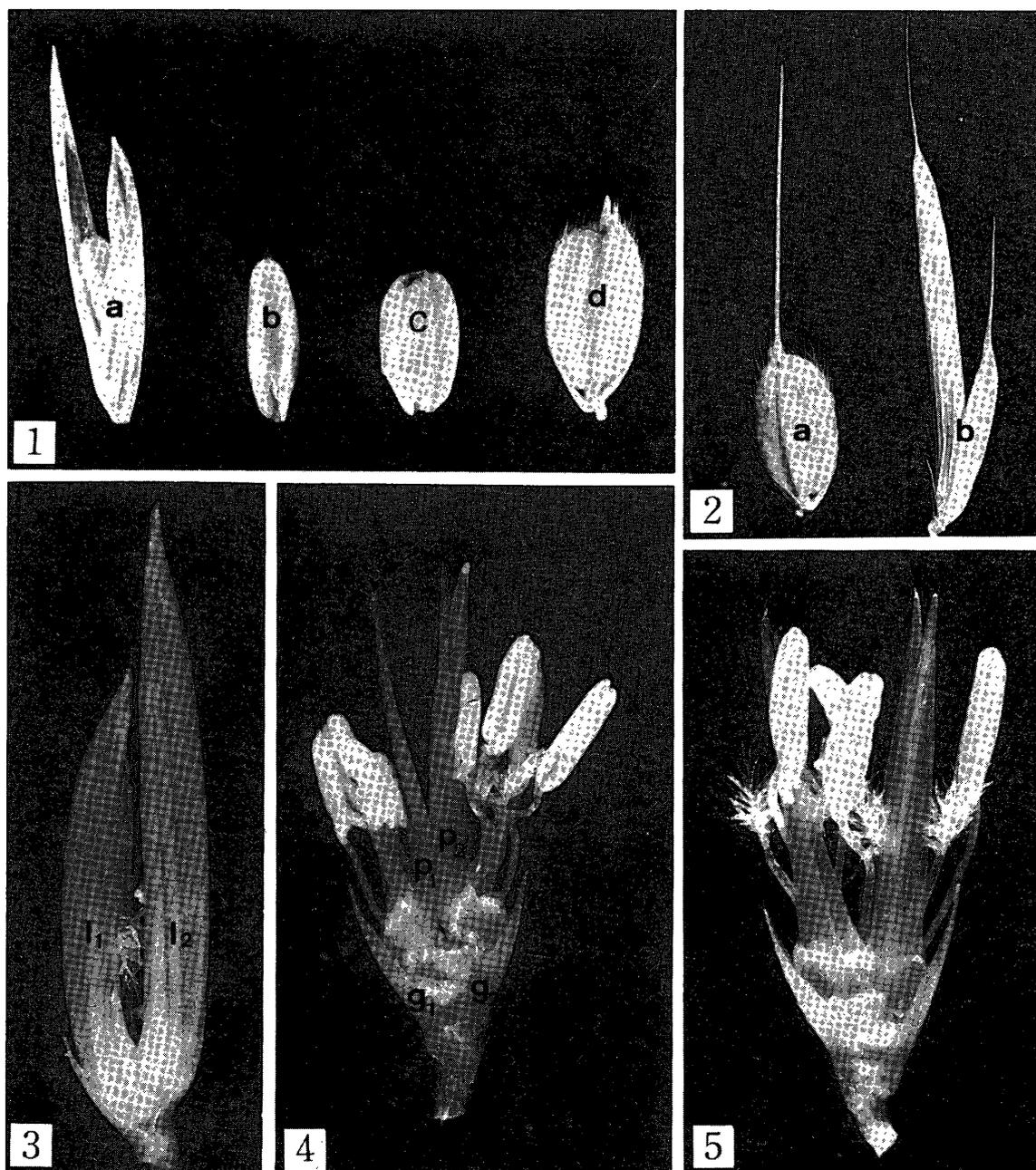
3) 収量構成要素および関連諸特性

収量構成要素および関連諸特性を Table 2 に示した。8月20日以降に出穂した分げつを遅発分げつとし、9月1日以前に出穂した分げつを有効分げつとした。変異系統は出穂開花後の8月下旬から9月下旬にかけて遅発分げつが多発し、この遅発分げつにも出穂が見られたので、莖数および穂数は峰光に比べて多かった。しかし有効分げつ数には差はなかった。

遅発分げつを除いた正期分げつ莖における稈長には差はなかったが、穂長は峰光の18.2cmに対して変異系統は20.6cmと長かった。主稈の穂長においても峰光の19.3cmに対して、変異系統は21.5cmと長かった。

変異系統は下位の一次枝梗の退化や一次枝梗下位の二次枝梗および穎花の退化が多く、そのため穎花数はやや少なかった。しかし、一次枝梗数に退化一次枝梗数を加えた総分化一次枝梗数には差がなく、また1穂当たりの総分化穎花数は峰光の74.1に対して、変異系統は76.4でやや多かったがその差は有意でなかった。

稈実率は峰光の92.3%に対して、変異系統は3.0% (最高5.9%, 最低0.4%) で極めて低かった。穂別にみると最高13.2%であり、10%以上の稈実率を示す穂は111穂中わずか6穂であった。また全く稈実しない穂が約30%あった。



Explanation of plate

- Plate 1. Unhulled rice and brown rice.
 a : Unhulled rice of the mutant, b : Brown rice of the mutant, c : Brown rice of Minehikari, d : Unhulled rice of Minehikari.
- Plate 2. Awned spikelets. a : Kumamoto-zairai (Native variety), b : F₂ (Mutant x Kumamoto-zairai).
- Plate 3. A typical spikelet of the mutant having two elongated and multi-veined lemmas.
 l₁ : First lemma, l₂ : Second lemma.
- Plate 4-11. Floral organs of the mutant strain which have two florets in one spikelet. First and second lemmas were removed.
- Plate 4. A typical floral organs which have thin and membraneous paleas and reduced number of anthers.
- Plate 5. A floret having paleas which were generated at different site from usual.

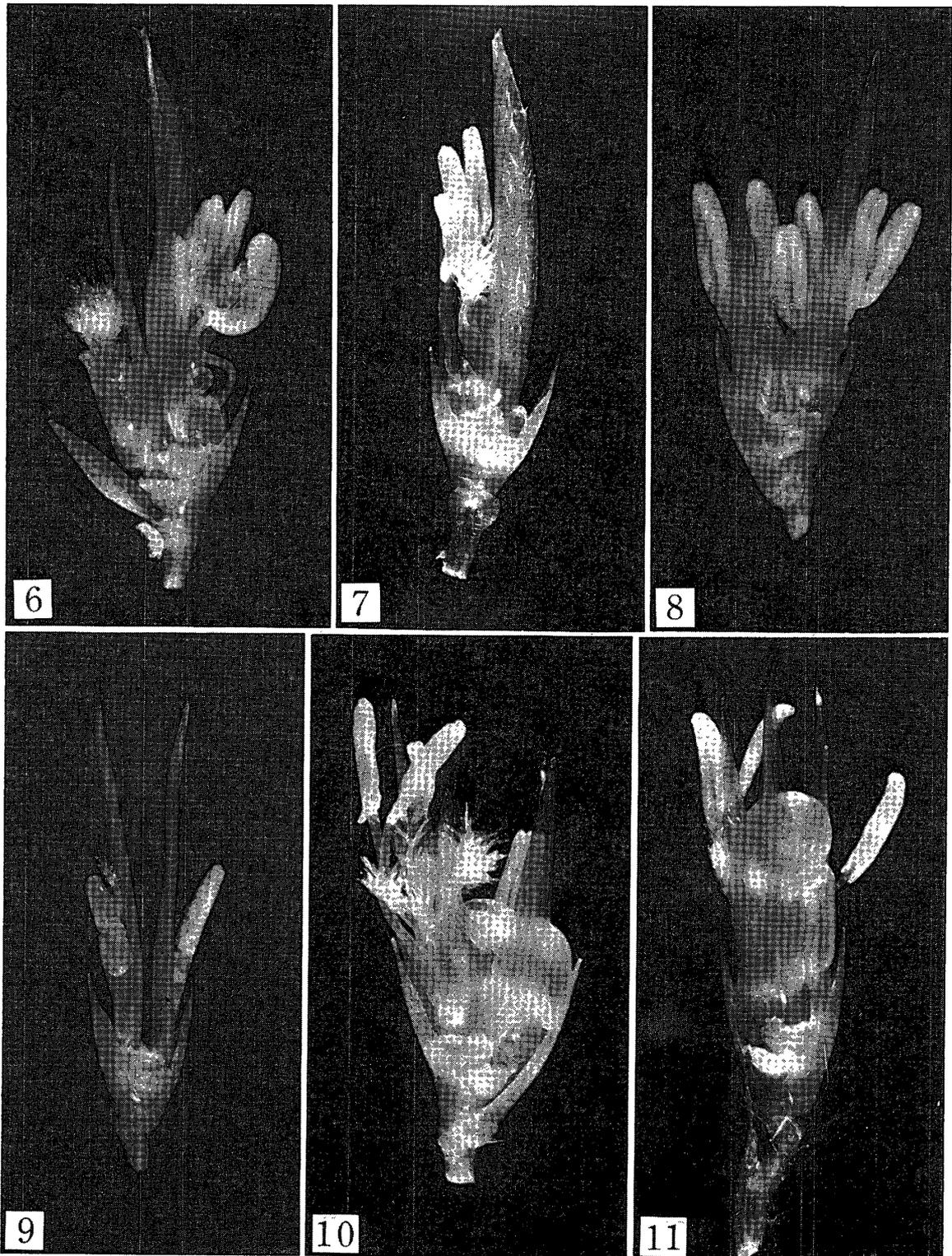


Plate 6. Spikelet having no stamen and multi-stigmas in first floret.
Plate 7. Spikelet having degenerated second floret.
Plate 8. Florets having degenerated pistil.
Plate 9. Florets having severely degenerated pistil and stamen.
Plate 10. Floret having enlarged ovary.
Plate 11. Floret having enlarged special tissue.

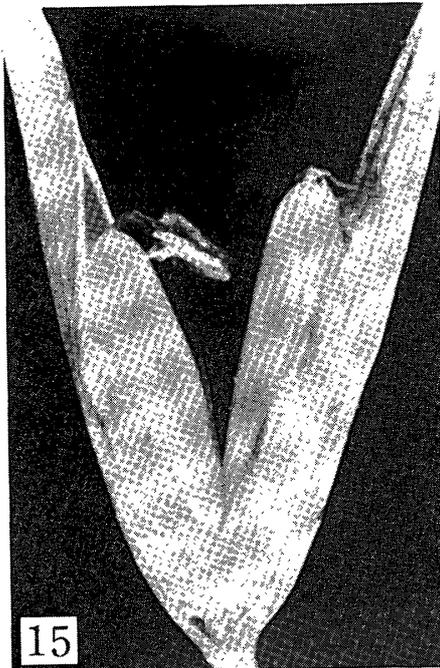
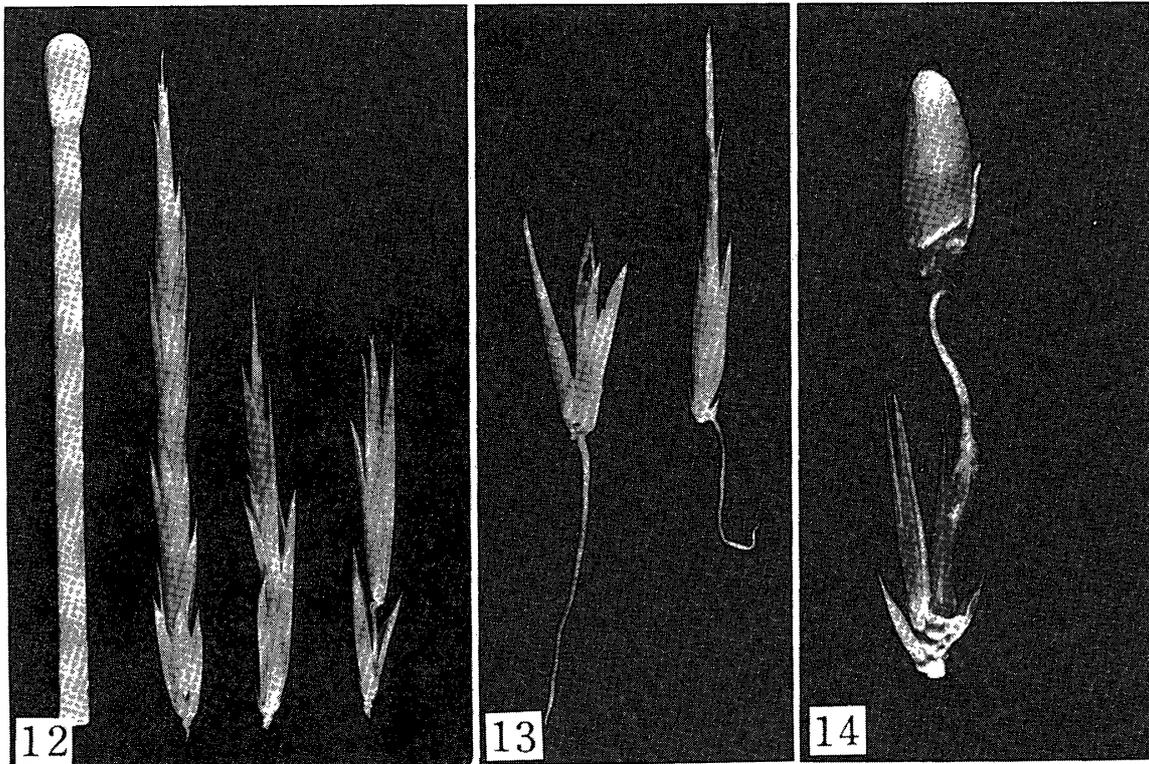


Plate 12. Spikelets having vegetative proliferation.
 Plate 13. Spikelets having an adventitious root which have initiated at the base of spikelet.
 Plate 14. Ripened kernel on the elongated rachilla.
 Plate 15. A spikelet having two ripened kernels.

成熟籾および玄米の形状は Plate 1 に示したように、長粒種に類似しており、峰光より長い粒もあったが、平均値では峰光との差はなく、巾および厚さが小さかった。特に巾は峰光の2.9mmに対して変異系統は1.6mmと小さく、横断面は普通稻玄米のように楕円形ではなく、ほぼ円形であった。玄米1粒重は峰光の22.6mgに対して変異系統は8.6mgであった。

2. 変異系統の小穂の形態的特徴

変異系統の典型的な小穂を Plate 3 に示した。穎は正常な小穂に比してやや薄く、細長く葉状に変形しており、正常小穂のそれとは著しく異なった外観を呈する。Plate 3 に見られる2枚の穎は共に外穎であり、

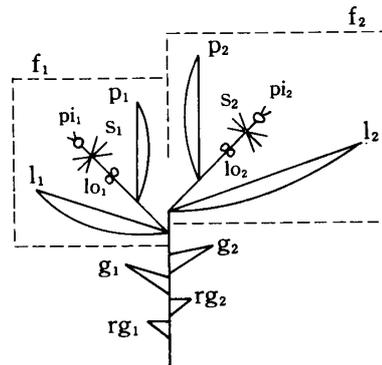


Fig. 5. The diagram of a perfect spikelet model having bi-florets constitution. rg_1, rg_2 : First and second rudimentary glume. g_1, g_2 : First and second sterile glume. f_1, f_2 : First (lower) floret and second (upper) floret. l_1, l_2 : First and second lemma. p_1, p_2 : First and second palea. lo_1, lo_2 : Lodicules of the first and second florets. s_1, s_2 : Stamens of the first and second florets. pi_1, pi_2 : Pistils of the first and second florets.

1小穂2小花構造である。すなわち、2枚の外穎を取り除くとPlate 4～Plate 11に見られるように、それぞれ内穎、鱗被、雄ずいおよび雌ずいを有する2小花からなることがわかる。したがって、Plate 3の左側の穎が第1外穎、右側の穎が第2外穎である。そして、いずれの小穂も第2外穎の方が第1外穎よりも長く、それらの絶対長および比率は穂上の着生位置によってやや異なるが、峰光の外穎長6.8mmに対し、変異系統の第1外穎は10.6mm、第2外穎は12.5mmで、ともに有意に長かった。通常穎の維管束数は外穎では5本、内穎では3本であるが、変異系統の維管束は大部分が7本であり、第2外穎ではまれに9本のものも見られ、多脈化していた。

内穎は発達が不良で、薄く膜状化している場合が多く、欠失や2～3枚に増加している場合も観察された。また内穎と外穎はその形態的な不均衡から正常稲の内・外穎のように鈎合することなく、内部の花器は常に外気にさらされていた。

雄ずいについてはやや発育不全の葯が見られたが、著しい奇形はほとんどみられなかった。しかし、ほとんどすべての小花において雄ずい数の減少が観察された(Plate 4～11)。雌ずいには種々な形態異常や欠失および柱頭数の減少や増加がみられた。雌ずいの欠失は第1小花に多く、第2小花および両小花とも雌ずいが欠失する場合は極めてまれであった。また子房の肥大(Plate 10)や特殊な肥大組織の発生(Plate 11)、内穎の着生位置・配列の変異(Plate 5)などが観察された。また、まれに3小花を有する小穂や、ごくまれに4小花を有する小穂もみられた。このような場合、下位の花よりも上位の花に優勢傾向がみられた。1小穂2小花構造をモデル化して示すとFig. 5のとおりである。また、観察された主な小穂の構造をモデル化して示すとFig. 6のとおりである。なお、遅発分げつ茎にはまれにPlate 12に示したような貫生化小穂が観察され、小穂基部から発根する場合もみられた(Plate 13)。

なお、Plate 15に示したように、1小穂に2粒結実する場合もみられたが、これは松葉³⁰⁾、中森⁴⁾および山本⁶⁾が報告している1小花多子房のいわゆる複粒稲とは異なり、1小穂2小花型の複粒稲である。

考 察

水稻峰光の水田で発見された異常小穂を持った本変異系統の自殖後代はすべて全株の全小穂が同様の異常小穂を示し、稔実率は著しく低かったが、栄養生長期の生育がやや旺盛で、出穂始めが峰光より5日遅れたこと、および登熟期に遅発分げつが多発したこと以外形質ならびに生育特性には峰光との間に差が見られなかった。突然変異稲の出穂開始日のおくれについては、佐藤⁵⁾が銀坊主から発見した矮性開穎半稔稲においても認められている。

峰光との交雑(変異系統×峰光および峰光×変異系統)の結果、 F_1 はすべて正常型であった。 F_2 におい

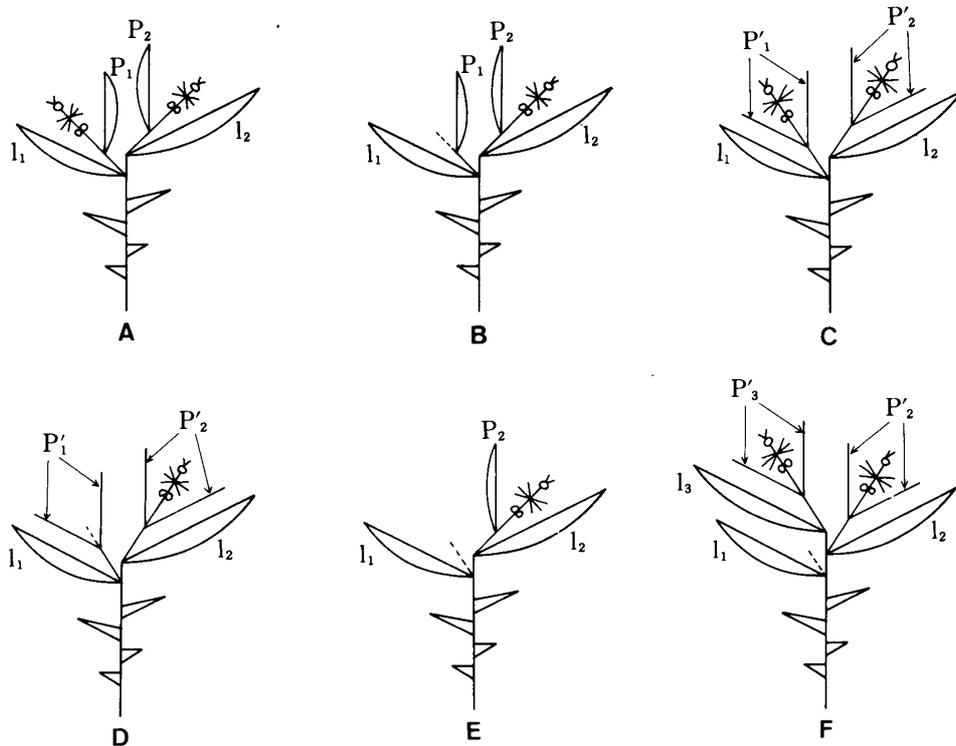


Fig. 6. The diagrams of the model of a spikelet having bi- and tri-florets constitution observed in the mutant strain.

A : The model of the spikelet in Plate 4.

B : The model of the spikelet having malformed pistil and/or stamen.

C : The model of the spikelet having two or more paleas.

D : The model of the spikelet having two or more paleas and degenerated pistil and/or stamen.

E : The model of the spikelet having degenerated lower floret.

F : The model of the spikelet having tri-florets constitution.

ては正常型と変異型が3 : 1 (観測数, 306 : 108, $\chi^2 = 0.261$, $P = 0.50 \sim 0.75$) に分離し, 中間型やキメラは全く観察されなかった。異常小穂の遺伝様式については後報にゆずるが, 異常小穂を持った本変異系統は峰光から自然突然変異によって生じた1因子性の劣性突然変異であると考えられる。

稔実率は平均3.0%と著しく低く, 玄米1粒重も8.6mgで峰光の22.6mgの半分以下であった。そのため, 1株モミ重は1.4gで, 峰光の14.5gの10%弱であったが, 登熟期間中の顕著な分げつ発生によって茎数が増加し, 全乾物重には差がなかった。

外観的にはほぼ正常な葯の花粉稔性は90%以上であった。雌ずいの欠失や種々の形態的な異形化がみられたが, 受粉および受精障害を伴うような著しい奇形雌ずいの出現頻度は比較的 low, また, 交配稔性が高く, ポット植えた変異系統を水田の開花中の正常稲の株間に置いた場合には43.9%と比較的高い稔実率が得られた。したがって, 本変異系統の不稔の主因は雄ずい数の減少と葯の裂開不良による受粉障害にあるのではないかと考えられる。

葯の裂開不良の原因としては葯の発達不良に加え, 小穂の形態的異常すなわち, 内穎と外穎が正常な鈎合形態をとらず, 雄ずいが常に外気にさらされ, 乾燥その他外部環境の影響を大きく受ける結果と考えられる。山本³¹⁾はオオムギの不稔の発生に葯の裂開力の強弱が最も大きな関係を持つことを報告している。またこのような開穎状態は子房が常に外気にさらされることになり, 受精粒の肥大に対しても悪影響をおよぼすと考えられる。佐藤⁵⁾が銀坊主中に見出した半稔稲(稔実率19~43%)は開穎したまま閉穎しないので, 受精を完了しても子房が空気にさらされて乾燥し, 胚が発育しないと報じており, 一色²⁾も開穎稲の不稔あるいは米粒の発達不良の原因を穎内部の乾燥によるとしている。

上述のように、小穂に形態的異常を示す突然変異稲の多くは稔実率が低下している。本変異系統の遅発分げつ茎で26.7%の稔実率を示す穂が見られたことや、水田に栽培した場合の稔実率が13.2%と高かったことなどから、本変異系統の稔実率は環境の影響を受けやすいものと考えられる。

次に本変異系統の異常小穂は1小穂2小花構造であり、まれに1小穂3小花、ごくまれに1小穂4小花構造の穂も見られ、また遅発分げつ茎には貫性化小穂(Plate 12)も見られた。1小穂2小花構造の小穂においては、副護穎および護穎は正常小穂のそれらと全くかわりなかった。外穎は正常な外穎の約2倍の長さに細長く発達し、脈数も増加して葉状化していた。内穎の発達は一般に不良であり、膜状化している場合が多く、内・外穎の形態的不均衡のため、正常稲のように鈎合は見られなかった。外観上、外穎および内穎のように見える2枚の穎はそれぞれ第1小花および第2小花の外穎である。本変異系統と有芒種との雑種において、異常小穂の2枚の穎に芒が見られるが(Plate 2)、これはこの2枚の穎がともに外穎であることを示すものである。

このように、副護穎および護穎には全く異状は見られず、細葉化した第1外穎および第2外穎があたかも外穎と内穎のごとき外観を呈し、しかも全株の全小穂がほぼ同様の穎の形態を呈するのが本変異系統の大きな特徴であり、これまでの小穂異常突然変異稲や各種の生理障害およびジベレリン処理などによって誘起された異常小穂に見られるような多様な外穎の形態的異常はみられなかった。

武岡^{28,32,33})は水稻レイメイのX線突然変異系統における小穂の貫性形態が温度及び日長によって変化することを報告している。そしてこの貫性形態はS型(小穂型)からP型(雌ずい型)、L型(葉条型)へと変化するにつれて貫性が強まっていると考えられるが、外穎の形態からすれば本変異系統は武岡²⁸)のP型貫性体にも近いと考えられる。なお、護穎の過大発育や多脈化、数の増加などについては自然突然変異稲⁷⁾やエチレンイミンによる人為突然変異稲²⁹⁾ならびに冠水¹⁷⁾やジベレリン処理²³⁾により誘起された異常小穂にみられているが、本変異系統には見られなかった。

第1外穎および第2外穎を除去すると、それぞれ内穎、鱗被、雄ずいおよび雌ずいを有する2つの小花が見られる。完全な2小花構造をモデル化して示すとFig. 5のとおりであり、それぞれ1対の副護穎および護穎を有し、その上部に外穎(1枚)、内穎(1枚)、鱗被(1対)、雄ずい(6本)および2本の柱頭を持った雌ずい(1個)からなる2つの小花を有するものである。しかし本変異系統にはこのような完全な2小花小穂は観察されず、諸花器の形態的異形化や数に増減を伴った不完全な2小花小穂である。

生殖器官については種々の異常が見られ、雄ずい数の減少と雌ずいの退化欠失および異形化が見られた。特に雄ずい数の減少はほとんどすべての小花でみられた。雌ずいの欠失は第1小花に多く、第2小花および両小花とも雌ずいが欠失する場合は極めてまれであった。また柱頭数の増加や子房の肥大なども観察された。

このような生殖器官における諸異常は自然突然変異^{3,6)}やX線突然変異^{18,23,26,27,28)}およびエチレンイミン突然変異稲²⁵⁾に見られ、またジベレリン処理^{19~25)}や低温^{8~11)}、冷水灌漑^{12,13)}、干ばつ^{14,15)}、塩害¹⁶⁾および冠水¹⁷⁾によっても生ずることが報告されている。

清水・久野¹⁰⁾および久野・清水⁹⁾は低温処理により誘起した奇形小穂とジベレリン処理により誘起した奇形小穂において、雄ずい数の減少、雌ずいおよび雄ずいの奇形化、1小穂多小花的傾向の発現などの共通点が多くみられることから、また、植物生長抑制物質の一種Amo-1618を併用処理することにより、ジベレリンによる奇形小穂の発生をほぼ完全に阻止できたことから、低温による奇形小穂の発生にはジベレリン様物質が関与している可能性が強いと指摘している²⁰⁾。また、清水・久野¹¹⁾は、オーキシン処理により誘起されたタペート肥大は低温処理により誘起される異常と同質のものであり、オーキシンレベルの高まりによる雌性化現象の一種であろうとしている。

さらに、清水・武岡²²⁾および清水・久野¹¹⁾は小穂の形態形成において、オーキシンとジベレリンは拮抗的に作用し、ジベレリンは雄性増強・雌性抑制的な作用を発現し、オーキシンは逆に雄制抑制・雌性増強的な作用を発現し、奇形小穂の発現にはジベレリンおよびオーキシンの絶対的あるいは相対的レベルの変動が関与していると述べている。

低温^{8,9,10,11)}冷水灌漑^{12,13)}、干ばつ^{14,15)}、塩害¹⁶⁾および冠水¹⁷⁾などの環境ストレスにより発生する奇形小穂の

形態的特徴とジベレリン処理により発生する奇形小穂の形態的特徴とが類似していることは、奇形小穂の形態形成に内生ジベレリンおよびオーキシンレベルの変動が関与していることを示すものと考えられる。したがって本変異系統にみられる異常小穂は穎花分化期における稲体内のジベレリンおよびオーキシンの絶対的あるいは相対的レベルの変動が遺伝的に支配されているのではないかと考えられる。この点については穎花分化期前後の稲体内のジベレリンおよびオーキシンレベルの変動を明らかにする必要があると考えられる。さらにジベレリン合成阻害剤やオーキシンおよびアンチオーキシン処理を行って本変異系統の異常小穂の形態的变化を調べる必要があると思われる。

一般に劣性遺伝子は優性（正常）遺伝子が生産する酵素を全く生産しないか、あるいはその生産量が少ないとされている。したがって小穂の形態形成的異常がジベレリンレベルの増大により発現するのであれば、本変異系統は小穂の形態形成過程においてジベレリンの作用を抑制するか、あるいはジベレリンの合成を阻害する優性遺伝子の劣性化がおこったのではないかと考えられる。

HUBBARD (清水²⁰⁾による)はイネ科植物の小穂の進化の方向として次のような点をあげている。すなわち、①1小穂多小花→1小穂1小花。②小花はすべて両性で登実する→ある小花は登実するが、ある小花は雄性または不稔花。③最上の小花は小軸の腋に着生し、小軸は最上の小花でとどまることなく、なお上方に伸長する→最上の小花は小軸の頂にあり、小軸はその小花基盤より上には伸長しない。④苞穎は種子が成熟し脱落しても植物体に残存する→苞穎は小穂の他の部分と一緒に離脱する。⑤小花は苞穎より大きい→小花は大きな苞穎につつまれる。⑥護穎多脈→脈数少くなり、遂に無脈。⑦護穎は草質で草状→硬化して強固、または薄膜質で繊細。⑧護穎無芒→護穎有芒。⑨鱗被6個または3個→2個または1個、または欠除。⑩雄ずいは1小花に6本→1小花に3本またはそれ以下。⑪柱頭3本→柱頭1本、などである。

本変異系統は上記 HUBBARD が指摘する多くの点で、イネ科植物の小穂の進化と逆の方向、すなわち退化形質の再現方向への因子突然変異、いわば祖先がえりであるといえよう。本変異系統は稔実率が低く、実用的価値はないが、イネ小穂の進化あるいは形態形成的な見地、特に遺伝子の形質発現と植物ホルモンとの関係を明らかにする上で貴重な素材であると考えられる。

引用文献

- 1) 藤本隅太：畸型稲の一例曲玉稲及類似稲につきて。農学研究 11：169-180, 1927.
- 2) 一色重夫：捻葉不稔稲並に狭葉開穎稲の出現及び其の遺伝に就きて。日作紀 5：192-203, 1933.
- 3) 笠原安夫：諸種の畸形籾花及び畸形玄米を部分的に出現する稲2種に就て。日作紀 14：241-250, 1943.
- 4) 中森栄一：稲の突然変異「複粒型」に就て。農及園 9：759-760, 1934.
- 5) 佐藤庚：一種の矮性開穎半稔稲について (I) 生育並びに穂及穎花の形質。日作紀 19：243-246, 1951.
- 6) 山本健吾：複粒性畸形稲における花器の観察。植物及動物 3：387-392, 1935.
- 7) 山崎守正：稲における畸形の発現に就て。遺雑 2：31-38, 1923.
- 8) 久野勝治・清水正治：水稻における低温処理時期と形態形成的異常小穂の様相。日作紀 42：527-538, 1973.
- 9) 清水正治：低水温が水稻“赤穂”における異常小穂の発現におよぼす影響。日作紀 34：311-320, 1966.
- 10) 清水正治・久野勝治：低温による水稻小穂の形態形成的異常について。日作紀 35：91-99, 1966.
- 11) 清水正治・久野勝治：オーキシンによる水稻のタベート異常肥大の誘発、とくに低温によるそれとの関連について。日作紀 37：217-223, 1968.
- 12) 田中稔：冷水の水稻生育に及ぼす影響に就て 第2報 冷水灌漑が畸形花の発現を誘発する時期。農及園 16：411-420, 1941.
- 13) 田中稔：水稻の冷水並びに出穂遅延障害に関する研究。青森農試報告 7：1-107, 1962.
- 14) 馬場尅：昭和22年千葉県に発生せる水稻早青立ちについて。農技研報告D 1：37-48, 1951.
- 15) 松山三樹男：穎花の畸形に依る部分不稔稲に就いて。日作紀 14：190-191, 1942.
- 16) 岩城鹿十郎・川合通資・池本節雄：水稻の塩害に関する研究 VIII. 畸形穎花の出現に就いて。日作紀 24：82-84, 1955.
- 17) 木戸三夫：宮城県下における大暑当時の水稻冠水被害の程度に就て。農及園 17：300-304, 1942.

- 18) 山県弘忠・赤藤克己：人為突然変異の利用に関する育種学的研究 III. 発育段階を異にする水稻へのX線照射が照射当代植物における障害の発現におよぼす影響. 育雑 13：255-262, 1963.
- 19) 松葉捷也：イネの畸形小穂の発生機構 第1報 ジベレリンで誘発した畸形小穂の形態分析. 日作紀 40：75-87, 1971.
- 20) 清水正治：ジベレリンにより誘発される水稻花器官の諸異常について. 育雑 15：125-131, 1965.
- 21) 清水正治・武岡洋治：水稻の形態形成におよぼすジベレリンの影響 第2報 花器官に現われる形態的異常. 日作紀 34：120-126, 1965.
- 22) 清水正治・武岡洋治：同上 第3報 小穂の形態形成に関する2,3オーキシン類との比較. 日作紀 34：457-464, 1966.
- 23) 清水正治・久野勝治・武岡洋治：同上 第4報 小穂の形態形成におよぼすX線照射およびジベレリン処理の影響. 日作紀 34：465-471, 1966.
- 24) 清水正治・武岡洋治：同上 第9報 ジベレリンによる異常小穂と稔性の関係. 日作紀 36：275-285, 1967.
- 25) 武岡洋治・清水正治・畔柳千枝子：イネ小穂の貫生化に関する研究 第7報 貫生形態の変化におよぼすGAおよびNAAの影響. 日作紀 46：19-23, 1977.
- 26) 武岡洋治・清水正治：同上 第1報 X線突然変異系統の小穂における貫生の外部形態. 日作紀 42：513-519, 1973.
- 27) 武岡洋治・清水正治：同上 第2報 X線突然変異系統の小穂における貫生構造. 日作紀 42：520-526, 1973.
- 28) 武岡洋治・清水正治：同上 第5報 X線突然変異系統における貫生形態の季節的变化. 日作紀 43：523-530, 1974.
- 29) 武岡洋治・清水正治：同上 第3報 エチレンイミンによる突然変異系統の小穂にみられた貫生の外部形態. 日作紀 43：252-260, 1974.
- 30) 松葉捷也：イネの畸形小穂の発生機構. 第4報 複小花畸形小穂および複粒稲小穂における外部形態と内部構造の関係. 日作紀 43：335-344, 1974.
- 31) 山本正：大麦の不稔性に関する研究 第5報 葯の裂開力の測定. 育雑 4：78-82, 1954.
- 32) 武岡洋治・清水正治・白井由紀子：イネ小穂の貫生化に関する研究 第8報 貫生形態の変化におよぼす温度条件の影響. 日作紀 46：131-136, 1977.
- 33) 武岡洋治・清水正治：同上 第9報 貫生化にともなう外穎の葉的変形. 日作紀 49：81-87, 1980.