



Title	くびれ米と割れ粳の発生に関する二・三の遺伝学的考察：稲の交雑に関する研究 XXXX II 報
Author(s)	武田, 和義; TAKEDA, Kazuyoshi; 高橋, 萬右衛門 他
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 7(4), 449-453
Issue Date	1970-12-28
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/11806">https://hdl.handle.net/2115/11806</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	7(4)_p449-453.pdf



# くびれ米と割れ籾の発生に関する二・三の遺伝学的考察\*

— 稲の交雑に関する研究 XXXXII 報 —

武田 和 義 ・ 高橋 萬 右 衛 門

(北海道大学農学部育種学教室)

## Some genetical considerations on appearance of notched grains and hull-cracked grains in rice

— Genetical studies on rice plant, XXXXII —

Kazuyoshi TAKEDA and Man-Emon TAKAHASHI

(Plant Breeding Institute, Faculty of Agriculture,  
Hokkaido University Sapporo, Japan)

Received May 2, 1970

### 緒 言

稲では子房が穎に包まれた状態で発達するので、玄米の形および大きさは穎と同一のものに見える。しかしながら、玄米すなわち発達した子房と穎とは発生的にも異なる器官であり、両者の発育を支配する遺伝的経路は相互に異なる可能性が高いと考えるのが、むしろ自然であろう。事実、盛永ら(1939)は切穎処理によって玄米が長さを増し、幅を減じ、勾玉形を呈することを報告している。それにもかかわらず、稲の粒形ないし粒大に関するその後の多くの遺伝解析においては、穎の形および大きさを玄米のそれとして取り扱っており、それらの研究は赤藤(1951)が指摘しているように、厳密には籾殻の形ないし大きさの遺伝解析とみなすべきであろう。

そこで、穎に包まれた状態で発達した玄米と穎の規制を除いた状態で発達した玄米とを比較して、穎の形および大きさと玄米のそれとを支配する遺伝要因の相互関係を検討するために一連の実験を行ない、玄米の長さとの関係について若干の知見を得たので報告する。なお、本論に入るに先だち種々の御助力をいただいた木下俊郎博士および森宏一氏に深謝する\*\*。

### 材料および方法

供試材料は、外国品種、日本品種、リンケージテス

ター、および4倍体系統を含む120の品種・系統であり、容量2ℓのポットに三要素各0.7~0.8グラムを施肥して2本植えとしガラス室内で通常の栽培管理を行ない、感光性のある品種・系統には短日処理を施し、すべての品種・系統を7月下旬から8月中旬に出穂せしめた。

子房の発達に際して加えられる穎の規制を除くために、開花、受精の直後に穎の先端1/3~1/5を切除した。以後、穎に包まれた状態で発達した玄米を無処理玄米(C)、穎の先端を切除した状態で発達した玄米を切穎玄米(T)と略称することにする。

完熟後に採種し、充実の良好な標本を5粒づつ抽出し、ミクロスケールを用いて玄米の長径を測定し、若干の統計処理を加えた。また、後述する“くびれ米”発生歩合は100~300粒を対象として調査した。

なお、本実験においては、無処理玄米の長さを穎の内長径の指標とし、切穎玄米の長さを子房の本来の長さの指標として取り扱っている\*\*\*。

### 実験結果

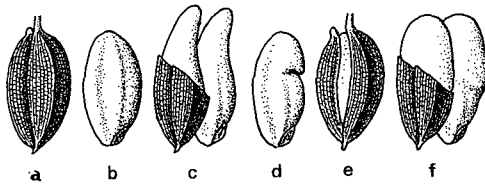
穎の先端を切除すると子房は穎の長さにより規制されことなく伸長しFig.1およびFig.2に示すように切穎玄米は無処理玄米に較べて常に長く、その比率(T/C)は品種によっては最大1.5倍に及んだ。

Table 1に示す分散分析の結果からも、品種間差異と

\* 北海道大学農学部育種学教室業績

\*\* 文部省科学研究費による研究の一部

\*\*\* 別に遂行中の実験において出穂期に全葉身を切除する処理および小花の半数を剪除する処理によっても切穎玄米の長さはほとんど変化せず、従って切穎玄米の長さは登熟条件に関しては安定な形質であることが明らかにされている。



- a : Unhulled rice.  
 b : Hulled rice; when the length of floral glumes and caryopsis is the same.  
 c : Producing grain after clipping; when the length of floral glumes and caryopsis differs.  
 d : Notched grain appearing in "c" variety when the floral glumes were left unclipped.  
 e : Cracked hull grain.  
 f : Developed caryopsis of "e" variety after the floral glumes were clipped.

Fig. 1. Schematic expression of grain shapes.

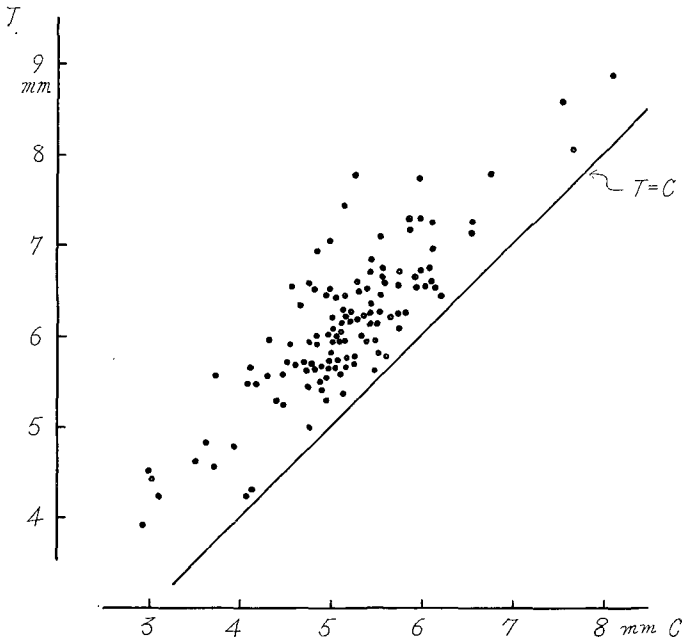


Fig. 2. Relationship between the length of glume-clipped grain (T) and non-treated grain (C).

Table 1. Analysis of variance on the effect of variety and glume-clipping treatment.

Source of variance	d.f.	m.s.
Varieties	119	6.3439***
Treatment	1	271.5105***
Var. x Treat.	119	0.5445***
Error	960	0.0614

\*\*\*: Significant at the 0.1% level.

共に切穎処理の効果が極めて顕著であったことが認められる。無処理区および処理区でそれぞれ分散分析を行ない、広義の遺伝力を推定すると、無処理玄米の長さに関しては約97%、切穎玄米の長さに関しては約87%と高い値が得られ、誤差変動係数は、前者で2.63%、後者で5.27%と算出された。

無処理玄米の長さと同切穎玄米の長さとの相関はFig. 2に示すように、 $r=0.8420$ と0.1%水準で有意な高い値が得られ、大きな変異の場面では、両者は大部分共通の要因に支配されていることがうかがわれたが、この相関係数をZ変換して信頼限界を算出すると、 $r=1.0$ からは0.1%水準で外れ、従って両者は完全に同一の遺伝的要因に支配される形質とは考えられない。

次に無処理玄米の長さに対する切穎玄米の長さの回帰を計算すると、 $b=0.8537$ となり、 $b=0$ に対しては0.1%水準、また $b=1.0$ に対しては0.5%水準で有意と認められた。すなわち、遺伝変異として穎の長さが増大するわりには子房の長さは増大せず、言い換えれば、穎の短い品種ほど相対的に子房が長いという遺伝的關係が示唆された。

相対生長率の研究分野で、二つの異なる形質(部分と部分、あるいは全体と部分)をそれぞれ $x$ 及び $y$ とみると、両者の関係は $y=bx^\alpha$ なる基本式で表わし得ることが知られている。そこで、無処理玄米の長さを $x$ 、切穎玄米の長さを $y$ とおき、平衡定数を計算したところ、 $\alpha=0.7043$ と算出され、 $\alpha=1.0$ に対しては

0.1%水準で有意と認められた。従って、子房の長さは穎の長さに対して、いわゆる negative allometry の関係にあるといえる。

なお、 $\log y$ と $\log x$ との相関は $r=0.8436$ と0.1%水準で有意であり、 $\log y$ は $0.7043 \log x + 0.2844$ の方程式でほぼ説明されたと見做し得る。

無処理玄米の長さ、および切穎玄米の長さの頻度分布は、ほぼ正規性を示し、その適合性の $\chi^2$ 検定は、共に $0.2 > P > 0.1$ で満足された。切穎玄米と無処理玄米の長

さの差、および比率の頻度分布も正規性を示し、その適合性の検定結果は、前者では  $0.5 > P > 0.3$ 、後者では  $0.8 > P > 0.7$  で満足され、無処理玄米および切穎玄米の長さと共に、両者の差および比率も、ほぼ正規分布し、量的形質として通常の統計処理に耐えることが注目された。なお、切穎玄米と無処理玄米の長さの比率は、

$$\text{Arcsin} \sqrt{(T-C) \times 100/C}$$

で表示している。

$T-C$  及び  $\text{Arcsin} \sqrt{(T-C) \times 100/C}$  は、共に子房の本来の長さとのアンバランスの程度を示すものと考えられる。 $T-C$  および  $\text{Arcsin} \sqrt{(T-C) \times 100/C}$  と  $C$  との間の相関係数は、それぞれ、 $r = -0.2583$  および  $r = -0.5113$  と算出され、それぞれ 1%、および 0.1% 水準で有意性が存在し、穎の内長径の小さい品種ほど、子房の本来の長さとのアンバランスの程度が高いことを示している。また、 $T-C$  と  $\text{Arcsin} \sqrt{(T-C) \times 100/C}$  との相関は、 $r = 0.9396$  と高く、0.1% 水準で有意であり、子房の本来の長さとのアンバランスは、両者の差または比率のうち、いずれの指標でも表示し得ると言える。

上に述べたように、子房の本来の長さとの間には常にある程度のアンバランスが存在し、供試材料の中には、長さの差では 2.5 mm、比率では 1.5 倍に達する品種が見出された。このようにアンバランスの程度が高い品種では、子房は発達途中で穎によって伸長を強く妨げられることになり、何らかの異常が起こる可能性がある。事実、子房の本来の長さとのアンバランスが高い品種に“くびれ米”または“割れ粒”の発生が見られた。“くびれ米”および“割れ粒”の形状は Fig. 1 に示す通りであるが、“くびれ米”は一般に腹側でくびれ、背側でくびれるものは稀であった。また、二箇所でくびれている場合も観察された。“割れ粒”は内外穎の鈎合部分が種々の程度に裂開し、玄米の一部が露呈するものである。

切穎玄米の長さとの無処理玄米の長さの比率 ( $T/C$ ) が 1.15~1.20 を越えるあたりから畸形粒の発生が多くなり、本実験に供試した 120 品種中 42 品種で“くびれ米”が発生し、品種によっては、その発生歩合が 99% を越すものがあった。“くびれ米”の発生した 42 品種について、“くびれ米”の発生歩合と、 $\text{Arcsin} \sqrt{(T-C) \times 100/C}$  との相関々係を検討した。“くびれ米”の発生歩合は二・三の尺度変換を試みても正規分布しないので、SPEARMAN の順位相関を算出したところ、 $r_s = 0.5028$  と 1% 水準で有意な相関が認められた。

“くびれ米”と“割れ粒”を合せて畸形粒とし、畸形粒の発生が穎の内長径、子房の本来の長さ、両者の差、および比率のうち、主にどの要因で支配されているかを知るために、これら 4 要因の示す変異幅と、その変異幅の中で正常粒のみを着生する品種と畸形粒を着生する品種が混在する変異幅との比を百分率の形で算出した。もしいずれかの要因が畸形粒の発生と全く無関係であれば、畸形粒を着生する品種はその要因の変異幅の全般に亘って見られるはずであり、逆に畸形粒の発生がいずれかの要因によって一元的に規制されているならば、その要因に関して一定の水準以下にあるすべての品種は畸形粒を着生し、一定の水準以上にある品種は全く畸形粒を着生せず、従ってその要因に関して、畸形粒を着生する品種と正常粒のみを着生する品種が混在する変異幅はゼロになることが期待される。本実験の範囲では、無処理玄米長に関しては、全体の変異幅は 2.96~8.10 mm、畸形粒を着生する品種と正常粒のみを着生する品種が混在する変異幅は 3.78~5.98 mm であり、従って両者の混在する変異幅は全体の約 43% と計算された。同様にして、切穎玄米長に関しては約 71%、両者の差に関しては約 28%、両者の比率に関しては約 22% の値が得られた。すなわち、畸形粒の発生を一元的に支配する要因は見出されなかったが、畸形粒の発生は、子房の本来の長さとの差、または比率で示される両者のアンバランスの程度によって主に支配されているものであり、子房の本来の長さは畸形粒の発生にほとんど関与しないと解釈して大過ないものと考えられる。

次に、同一品種内に畸形粒と正常粒とが混在する現象に注目し、同一品種内の“くびれ米”と正常粒との長さを比較したところ、“くびれ米”の方が明らかに短かく、Table 2 に示すように、分散分析の結果、高い有意性が認められた。すなわち、同一遺伝子型内においても、穎が矮小な粒は、子房の本来の長さとのアンバランスの程度が高じて“くびれ米”が発生するものと推定され、この点からも、いわゆる粒揃いの良い品種の

**Table 2.** Analysis of variance on the difference between normal and notched grain length.

Source of variance	d.f.	m.s.
Varieties	26	8.3472***
normal vs. notched	1	4.3320***
Error	26	0.0777

\*\*\*: Significant at the 0.1% level.

育成が要望される。また、 $T/C$ が1.10以下の品種では畸形粒の発生が見られなかったが、これらの品種の多くは一般に玄米の充実が悪かった。

### 論 義

通常、子房は穎に包まれて発達するので、玄米の形および大きさは穎のそれに規制されており、従って玄米の長さや穎の長さは同一の形質のように見えるが、上記の実験結果から穎の内長径と子房の本来の長さとは、形質発現の遺伝的径路において、必ずしも同一の遺伝要因に支配されているものではないことが示唆された。更に子房の本来の長さは本実験の範囲では、穎の内長径よりも常に大きく、また、子房本来の長さは穎の内長径に対して *negative allometry* の関係にあり、穎の短い品種ほど相対的に子房が長い傾向が認められ、両者のアンバランスの程度が高い場合には“くれび米”、“割れ粳”等の畸形粒の発生が見られた。このようなアンバランスは、粒の大きさがはなはだしく異なる品種間の交雑後代で顕著に認められることが別に遂行中の実験で明らかにされつつある。これらの事実は従来、主に環境条件に支配されるものと見做されていた畸形粒の発生が、遺伝的に確固たる背景を持つものであることを示すものであり、本実験により明らかにされたこの知見は発育遺伝学の立場からだけでなく、育種の立場から米質との関連において興味あることと言えよう。

同一品種内でも、穎の矮小な粒に畸形が発生しやすいという事実は、酒井ら(1967)が指摘している粒大の不安定性の問題と関連して解析する必要がある、育種の立場からは、いわゆる粒揃いの良い品種を育成しなければならないことを意味するものである。

無処理玄米と切穎玄米の長さの比率が一定以下の品種では畸形粒の発生は見られなかったが、そのような品種では一般に玄米の充実が不良であり、内外の優良品種には  $T/C$ の値が1.15~1.20のものが多かった。しかしこの程度のアンバランスを示す他の品種では、低率ではあるが畸形粒の発生する場合が認められ、いわば登熟の良好な優良品種は畸形粒を発生する限界近くの緊張状態にあることになり、実際の栽培上も、生殖生長期の環境条件によっては畸形粒の発生が認められる場合がある。また、“割れ粳”の発生については極早生品種に多発すること、および極早生品種以外でも、晩植栽培をした場合に高率で発生することが、別に遂行中の一連の実験で判明しつつあり、また、文献的にも認められるところである(松浦ら, 1967)。これは畸形粒の発生に関しては、生殖生

長期の稲の生理的狀態と関連して解析しなければならないことを示唆するものであり、実際の栽培においても留意しなければならない点である。

切穎玄米長の誤差変動係数が無処理玄米長のその約2倍に相当することが認められた。この点に関して、切穎処理そのものが、玄米の長さを変動させる効果をもつためであるか、または元来、穎の長さの不安定性に較べて子房の不安定性が大きいためであるかは、本実験の範囲では明らかにされなかったが、もし穎の長さの不安定性が子房の長さの不安定性に較べて小さいものであるとすると、次代の植物の出発点である子房を包んでいる穎は単なる保護器管としてのみ機能しているのではなく、幼苗の初期生育に支配的な影響をもつ胚乳の量を斉一にする機能をも果しているかもしれない。なお、切穎処理による子房の重量の変化についても解析しつつあるので、上記の問題と関連して、別に報告することにした。

### 摘 要

1. 外国稲を含む多数の品種・系統を用い、切穎処理によって穎の長さによる制限を除いて子房を発達させ、子房の本来の長さや穎の長さとの相互関係を検討した。
2. 両形質は必ずしも同一の遺伝径路によって発現されるものではなく、子房の本来の長さは穎の内長径に対して *negative allometry* の関係にあり、両者のアンバランスの程度が高い場合には畸形粒の発生が見られた。
3. 子房の本来の長さや穎の内長径とのアンバランスの程度と畸形粒の発生との関係について二・三考察した。

### 文 献

- 樋口誠一郎・酒井寛一(1967). イネの粒大の不安定性の研究. 育種17別冊2, 320-321.
- 松浦欣哉・他(1967). 水稲における開穎粒発生品種間差異と若干の栽培条件との関係. 日作記36, 13-15.
- 盛永俊太郎・他(1939). 玄米の形及び大きさとその遺伝. 遺種15, 225-235.
- 赤藤克巳(1951). 量的遺伝の研究. 第6報A水稲(c), 玄米の大きさの遺伝とその遺伝因子の量的支配に關する研究. 遺種26, 13-29.

### Summary

The caryopsis of rice plant develops in a state enveloped in the floral glumes, lemma and palea, which means that the size and shape of the rice grain, hulled rice, is restricted by the scope of the hull itself. However, since the morphogenesis of

the ovary and the floral glumes differs, it may be natural to consider that the genetic pathways which lead the development of these separate organs may well have a possibility of having some partial differences.

Thus the following comparative studies using 120 varieties and strains including typical *Japonica* and *Indica* varieties were carried out. In the "treated group", one to two days after anthesis the upper parts of the floral glumes were clipped allowing for the development of caryopsis to grow up unrestrained by the floral glumes, while the caryopsis in the "control group" was allowed to develop normally restricted by the floral glumes, and the results were compared.

It became clear that the treated rice grains were invariably longer than the control rice grains and statistically the difference between the groups was highly significant. The variety mean of the ratio,

viz. treated ( $T$ )/control ( $C$ ), was around 1.2 fold but at its maximum was 1.5 fold.

If the  $T-C$  or  $\text{Arcsin} \sqrt{(T-C) \times 100/C}$  is considered to be the degree of unbalance between the caryopsis and the floral glumes, it may be said that in varieties with a higher degree of this unbalance the tendency of appearance of aberrations such as notched grains and cracked hulls, viz. hulls separated at the seam of lemma and palea, was more pronounced. In the leading varieties in which aberrations have a very low appearance it was noted that the  $T/C$  was relatively low and fell suitably between 1.1 and 1.2

As a whole it is concluded that the appearance of notched grains and cracked hulls may not merely arise from the under and over development of the caryopsis, respectively, but may also be attributed to the genetic unbalance of two organs, the floral glumes and the caryopsis.