

## イネの花穎の遮光的役割

江幡守衛・尾関 毅・井上和雄・石川雅士・田代 亨  
(名古屋大学農学部)

### Role of Rice Glumes as an Interceptor of Ultraviolet Light

Morie EBATA, Takeshi OZEKI, Kazuo INOUE,  
Masashi ISHIKAWA and Toru TASHIRO  
(Faculty of Agriculture, Nagoya University)

イネの花穎の上部を切除すると頂部のとがった奇形米を生ずることは一般によく知られている。また内・外穎の鉤合不良、割きずもみなども奇形米の原因となる。このように花穎の一部の欠損やもみがらにすき間がある場合の米粒の奇形化には花穎内の微細環境の異常が関与するものと考えられる。切穎による米粒の発育阻害について、徐ら<sup>7)</sup>はもみがら内の湿度の低下によって米粒からの蒸散が異常に高まるためとし、切穎しても高湿度条件に保てば米粒は順調に発育することを報告している。

著者の一人は1958年に行った実験(未発表)で切穎もみを透明セロファン紙の袋で覆っても尖頭奇形米を生ずるが、黒ラシャ紙の袋で覆うと無処理のものより反って大粒となったことから、発育阻害の原因としては湿度の低下よりむしろ曝光による阻害が大きいのではないかとの感触を得ていた。しかしこの結果は徐ら<sup>7)</sup>の報告とはかなり異なるものであるので、著者らは1982年の実験で改めてこの点の再検討を行った。

### 材料および方法

ポット栽培の水稲日本晴を用い、穂の中央部枝梗の強勢花(4, 5, 6番目)について、開花を終了したもみがらの上部約1/3を剪除した。切穎した穂ならびに無切穎の穂をそれぞれ6種類のビニールフィルムで作った袋(25cm×7cm)を用いて被覆し、30日間被覆処理を行った。供試したビニールフィルムは紫外線透過性の異なる透明フィルム(一部のものに淡い着色あり)(A~E)と暗黒フィルム(F)の計6種類であった。被覆処理は袋の上隅を切って若干換気をはかったもの(処理Ⅱ)と上隅を切らない袋を用いた処理(処理Ⅰ)の2通りについて行った。各処理区の穂は成熟期に採取し、風乾後、粒重、粒径、粒質などの調査に供した。

減数分裂期から成熟期の間の諸期にもみについて、生もみの外穎の分光透過率を分光光度計を用いて測定した。

## 実験結果

## 供試ビニールフィルムの透光性

図1に示したように、透明フィルム(A~E)は淡い着色による若干の吸光の特異性はみられるものの、いずれも可視光域については全般的にかなりよい透過性を示した。しかし紫外光域の透光性は各フィルムで顕著に異った。フィルムA~Cは290~400nmの範囲の紫外光をよく通し、とくに320nm附近の紫外光を特異的に透過させ、透過性の強さはA, B, Cの順であった。フィルムDは340nm以下の短波長紫外線を全く通さないが、360nm以上の長波長紫外線の透過性は高かった。Eはいわゆる紫外線カットフィルムであり、紫外全域をよく遮断するものであった。したがって透明フィルム5種の紫外線透過性はA>B>C>D>Eの順であった。暗黒フィルム(F)は外見は銀灰色で光の反射性をもつが、透光性は可視光、紫外光域を通じて全くなかった。

表1 切穎・ビニール被覆処理と粒重(mg)

|     | 切 穎          |              | 無 切 穎       |             |
|-----|--------------|--------------|-------------|-------------|
|     | I            | II           | I           | II          |
| A   | 13.8 ( 55.9) | 13.5 ( 54.7) | 23.4 (94.7) | 23.7 (96.0) |
| B   | 15.8 ( 64.0) | 14.3 ( 57.9) | 23.5 (95.1) | 24.4 (98.8) |
| C   | 18.9 ( 76.5) | 16.5 ( 66.8) | 23.6 (95.5) | 24.5 (99.2) |
| D   | 18.7 ( 75.7) | 18.8 ( 76.1) | 23.2 (94.1) | 23.7 (96.0) |
| E   | 21.0 ( 85.0) | 20.6 ( 85.0) | 22.9 (92.7) | 22.9 (92.7) |
| F   | 27.3 (110.5) | 25.5 (107.1) | 22.9 (92.7) | 23.5 (95.1) |
| 無処理 | 24.7 (100)   |              |             |             |

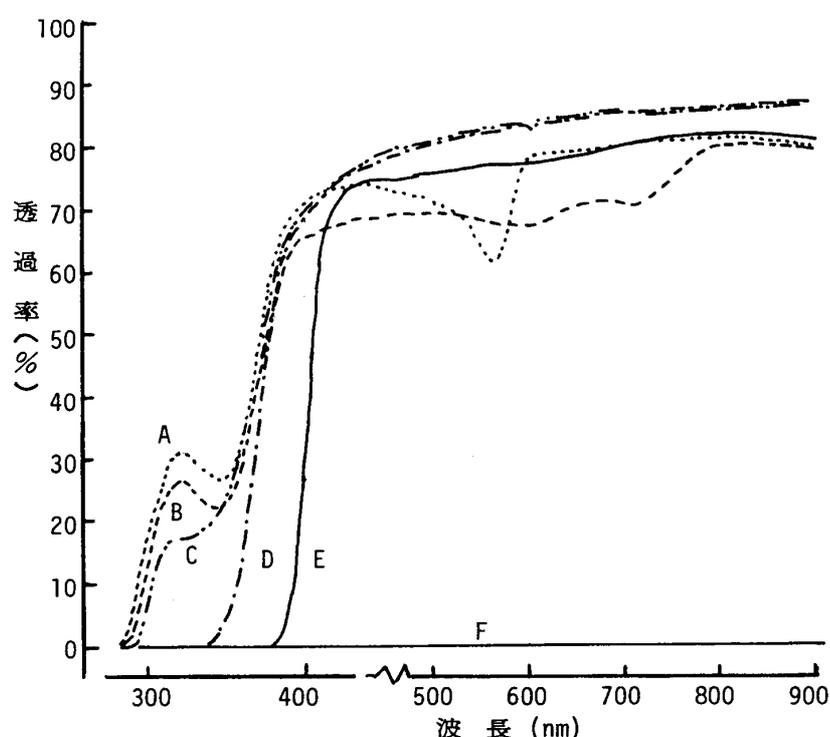


図1 供試ビニールフィルムの分光透過率曲線

## 被覆ビニール袋内部の環境

**湿度** 各ビニール袋内はいずれも穂からの蒸散によって著しい高湿度条件となった。処理Iでは袋内面にたえず水滴が付着し、処理IIの袋でも水滴の付着することが多かった。袋内の日平均相対湿度は正確に測り得なかったが、処理Iではほぼ100%、処理IIでも95%程度はあったものと推定され、フィルム間の差異は認め難かった。

**温度**：袋内の気温は晴天の日中は温室効果によって著しく高まり、透明フィルムで外気温より最大8~12℃高く、光の反射性のある暗黒フィルムでは5.5℃高かった。曇天、雨天の場合でもそれぞれ2.3~3.6℃および1.9℃高かったが、夜間は天候、フィルムの種類に関係なく外気温と同じ推移であった。

**粒重**：切穎・透明フィルム被覆区ではいずれも無処理区より粒重が劣った。粒重の減少は紫外線透過

表2 切穎ならびにビニール被覆処理が粒径におよぼす影響

|     | 長 径 (mm) |      |      |      | 背 腹 径 (mm) |      |      |      | 横 径 (mm) |      |      |      |
|-----|----------|------|------|------|------------|------|------|------|----------|------|------|------|
|     | 切 穎      |      | 無切穎  |      | 切 穎        |      | 無切穎  |      | 切 穎      |      | 無切穎  |      |
|     | I        | II   | I    | II   | I          | II   | I    | II   | I        | II   | I    | II   |
| A   | 5.70     | 5.67 | 5.32 | 5.33 | 2.18       | 2.15 | 2.95 | 2.95 | 1.90     | 1.86 | 2.20 | 2.22 |
| B   | 5.79     | 5.72 | 5.32 | 5.34 | 2.36       | 2.18 | 2.94 | 3.02 | 1.97     | 1.89 | 2.22 | 2.19 |
| C   | 5.74     | 5.79 | 5.21 | 5.34 | 2.33       | 2.34 | 2.93 | 2.99 | 1.96     | 2.00 | 2.17 | 2.21 |
| D   | 6.03     | 5.94 | 5.13 | 5.27 | 2.38       | 2.38 | 2.88 | 2.94 | 2.03     | 2.08 | 2.18 | 2.21 |
| E   | 6.16     | 6.14 | 5.23 | 5.31 | 2.56       | 2.47 | 2.95 | 2.94 | 2.23     | 2.14 | 2.23 | 2.15 |
| F   | 6.76     | 6.56 | 5.31 | 5.33 | 2.70       | 2.66 | 2.91 | 2.94 | 2.40     | 2.37 | 2.23 | 2.23 |
| 無処理 | 5.31     |      |      |      | 2.97       |      |      |      | 2.24     |      |      |      |

表3 切穎ならびにビニール被覆処理が粒形におよぼす影響

|     | 長 径 / 背 腹 径 |      |      |      | 背 腹 径 / 横 径 |      |      |      |
|-----|-------------|------|------|------|-------------|------|------|------|
|     | 切 穎         |      | 無切穎  |      | 切 穎         |      | 無切穎  |      |
|     | I           | II   | I    | II   | I           | II   | I    | II   |
| A   | 2.61        | 2.64 | 1.80 | 1.81 | 1.15        | 1.16 | 1.34 | 1.33 |
| B   | 2.45        | 2.62 | 1.81 | 1.77 | 1.20        | 1.15 | 1.32 | 1.38 |
| C   | 2.47        | 2.47 | 1.78 | 1.79 | 1.19        | 1.17 | 1.35 | 1.35 |
| D   | 2.53        | 2.50 | 1.78 | 1.79 | 1.17        | 1.14 | 1.32 | 1.33 |
| E   | 2.41        | 2.49 | 1.77 | 1.81 | 1.15        | 1.15 | 1.32 | 1.37 |
| F   | 2.50        | 2.47 | 1.82 | 1.81 | 1.13        | 1.12 | 1.30 | 1.32 |
| 無処理 | 1.79        |      |      |      | 1.40        |      |      |      |

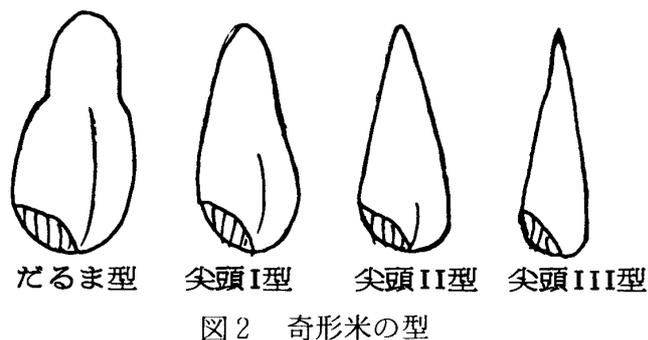
性の高いフィルムほど大きく、A区の粒重は無処理区の55%に過ぎなかった。しかし紫外線カットフィルム区では粒重の減少は比較的少なく、切穎・暗黒フィルム被覆区の粒重はかえって無処理を10%程度上まわった。無切穎で被覆処理した場合、粒重は無処理区より僅かに劣った。しかしフィルム

の種類による差異はみられなかった。なお、処理IとIIの間ではほとんど差はなく、同様の傾向を示した(表1)。

**粒形** 切穎処理区ではいずれも長径(長さ)が長くなったが、紫外線透過性の低いフィルムで被覆したものほど長径の伸びはより大きかった。それに対し、背腹径(巾)と横径(厚さ)の発達は切穎処理によって阻害され、阻害の程度は紫外線透過性の高いフィルム被覆区ほど大きかった(表2)。したがって、切穎処理区の粒形はいずれも長径・背腹径比が非常に大きく、背腹径・横径比の小さい粒となった。すなわち対照区に対して粒形が細長くなるとともに、横断面の形が丸味を帯びる奇形米となった(表3)。他方、無切穎・被覆区では背腹径と横径で僅かに劣るが、ほとんど無処理区と差異のない粒形であった。

奇形米の形は粒径では表わしにくいので、図2のような4種の型に分類した。切穎・被覆処理による奇形粒の型は、紫外線透過性の高いフィルムで被覆したものほど頂部のとがった奇形粒が多くみられ、フィルムの紫外線透過性が低くなるほど鈍頭型の奇形粒の割合が増す傾向が明らかにみられた。とくに暗黒フィルム被覆では切穎部を境として、それより下部は通常の粒形で、上部が円柱状にふくらんだるま型の奇形粒となるものが多かった(図3)。

**粒質** 上記のように切穎処理の粒はすべて奇形粒となったが、これらは粒色においても褐色の発現が濃く、いわゆる茶米様を呈した。着色の程度は紫外線透過性の高いフィルムで被覆したものほど濃く、



また尖頭部ほど濃く着色した。しかし暗黒フィルム被覆の粒では濃い着色のものはごく僅かであり、無切穎の場合は被覆の有無、フィルムの種類に拘らず着色粒の発生はみられなかった(表4)。なお切穎、無切穎を通じてビニール被覆処理した場合背白粒、基白粒、乳白粒など高温下で登熟する際に特徴的に多発する障害米がかなり多くみられたが(無切穎区の粒質の表については省略)、これは被覆処理中の日中に穂が高温高湿条件におかれたための障害であろう。

**もみ殻の遮光性** もみ殻の透光性を調べてみると穂ばらみ期の若いもみがらでもかなり光の吸収性が強い。そしてとくに紫外光、可視光部を通じて、明らかに波長の短い光ほど多く吸収して透過させない

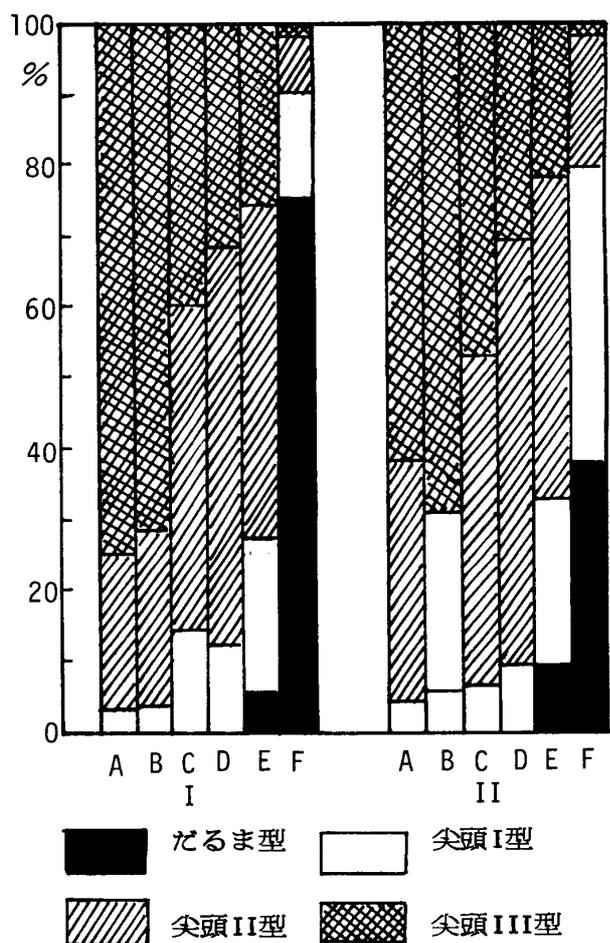


図3 切穎・ビニール被覆処理で発生する奇形米の型

表4 切穎・ビニール被覆処理が粒質におよぼす影響

|   |    | 発育停止粒・死米 (%) | 奇形粒 (%) | 褐色粒    |        | 背白粒 (%) | 基白粒 (%) | 乳白粒 (%) | 腹白粒 (%) |
|---|----|--------------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
|   |    |              |         | 濃 (%)  | 淡 (%)  |         |         |         |         |
| A | I  | 30.3         | 100.0 * | 74.4 * | 25.6 * | 0.0 *   | 9.1 *   | 0.0 *   | 0.0 *   |
|   | II | 15.4         | 100.0   | 80.6   | 19.4   | 0.0     | 1.9     | 0.0     | 0.0     |
| B | I  | 8.2          | 100.0   | 71.9   | 28.1   | 0.0     | 24.5    | 6.1     | 10.2    |
|   | II | 6.1          | 100.0   | 69.8   | 29.2   | 0.0     | 7.0     | 0.0     | 4.4     |
| C | I  | 25.6         | 100.0   | 69.0   | 30.9   | 0.0     | 24.4    | 3.8     | 19.2    |
|   | II | 2.1          | 100.0   | 59.9   | 40.1   | 0.0     | 24.2    | 0.0     | 14.7    |
| D | I  | 22.0         | 100.0   | 54.6   | 36.0   | 0.0     | 18.0    | 14.0    | 12.0    |
|   | II | 3.6          | 100.0   | 46.2   | 38.5   | 0.0     | 25.5    | 0.0     | 21.8    |
| E | I  | 19.4         | 100.0   | 18.8   | 47.1   | 9.7     | 17.2    | 6.5     | 24.7    |
|   | II | 6.7          | 100.0   | 14.9   | 44.9   | 9.0     | 14.2    | 7.5     | 27.6    |
| F | I  | 25.0         | 100.0   | 12.0   | 57.2   | 29.8    | 19.4    | 19.4    | 48.4    |
|   | II | 13.1         | 100.0   | 6.5    | 41.9   | 29.6    | 25.9    | 31.5    | 40.7    |

\* 各障害粒の発現率には重複を含む。

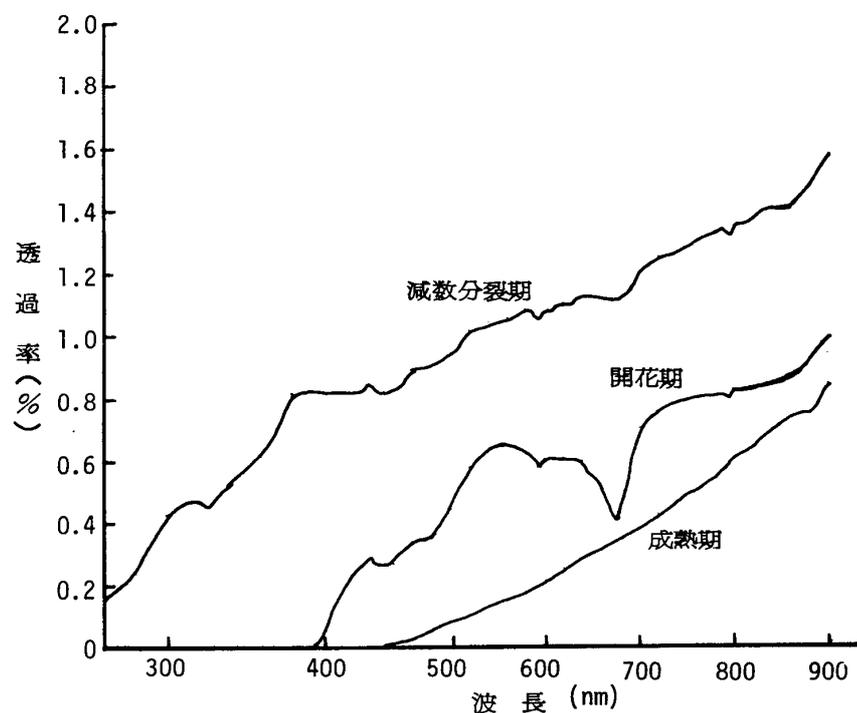


図4 籾殻の分光透過率曲線

傾向であった。このような遮光性はもみからの発達にともない更につよまり、出穂開花期には紫外線をほぼ完全に遮断するようになる。なお成熟期に向ってもみ殻の遮光性はなお若干強まった(図4)。

### 考 察

本研究の結果、切穎されたもみの米粒は光によって発育が抑制され、その阻害の程度は短波長の紫外線に曝露されたものほど大きいことが明らかにされた。また切穎もみを暗黒処理すると米粒の発育量は無処理区をしのぐことから光による米粒発育の阻害が確認された。

切穎による米粒の発育阻害については穎内の湿度の低下に帰因するとの報告がある。<sup>7)</sup>本実験でも自然環境下でなるべく低湿度になるような試験条件(処理Ⅱ)の設定を試みたが、結果的にはかなりの高湿度条件しかえられなかった。イネの登熟期の外気の日平均相対湿度はほぼ80%位である。植被層内の湿度はさらに高いであろうし、まして上部を剪除されても、もみ殻内の湿度は非常に高い状態であると推定される。したがって通常みられる切穎粒の尖頭奇形化はかなり高湿度条件下でおこる現象であると考えてよいであろう。徐ら<sup>7)</sup>は平均湿度50%では切穎粒の発育がかなり阻害されるが、80%の湿度では阻害は少ないとしている。しかし日平均50%の低湿度は通常おこりにくい条件であること、また本実験では極めて高い湿度条件下であっても曝光によって切穎粒の発育が抑制される結果がえられていることから考えると、普通の環境下でおこる切穎粒の奇形化現象の原因として湿度を考えることはかなり難しいように思われる。

曝光とくに紫外線によって粒の発育が抑制される機作についてはなお多くの検討を要しようが、植物組織の細胞では一般に、紫外線照射を受けるとタンパク質合成、呼吸、転流などの生理作用が阻害され、<sup>6,8,10)</sup>またDNAも損傷<sup>6,10)</sup>を受けること、多くの場合、紫外線に敏感な組織は防護組織によって形態的に保護されていること<sup>1,2)</sup>などが報告されている。恐らくイネの子房の生理的代謝、とくに転流物質の蓄積に紫外線の曝光は有害な作用をおよぼすものと思われる。そして曝光量の多い粒頂部ほど障害が大きいため粒形は尖頭形となるであろう。なおイネに限らず、一般に花穎の被護下で発育する子房は紫外線に sensitive であって、防護器官としての花穎が有害な紫外線を遮断して子房を正常に発育させる役割を果しているのではなかろうか。もみ殻が出穂するまでに紫外線に対する遮光性を完全に獲得する現象はまたもみ殻の遮光的役割を裏付けるものといえよう。

切穎・暗黒処理によってだるま型の奇形粒を生じたが、粒の発育量は無処理区のそれを凌駕した。米粒の大きさはもみ殻の枠によって規制されているが、切穎によってその制限が外されると粒長が長くなり、有害な光の曝露が遮断される時は、多少の不良環境に抗しても本来の粒の大きさ以上に発育することができることを本実験では立証し得た。

無切穎区や暗黒被覆ではみられなかったが、切穎区では紫外線曝光が多い処理区ほど、また粒頂部ほど粒の褐色の着色が強くなった。米粒の褐色化については著者はポリフェノール物質の集積ならびにその褐変現象によるものであろうと推論してきた。<sup>3)4)</sup> 一般に植物組織に紫外線を照射するとポリフェノール物質の集積が促進されることが知られている。<sup>5)9)</sup> またポリフェノール物質が紫外線をよく吸収すること、その集積が植物組織の紫外線に対する抵抗性を高めることから、ポリフェノール物質の集積は植物体の紫外線に対する自己防衛反応のあらわれであるとの考え方<sup>9)11)</sup>がある。尖頭奇形粒とくに粒頂部の褐色の着色もおそらくポリフェノール物質の集積によるものと思われる。この点に関しては現在更に検討を進めつつある。

#### 引用文献

- 1) Caldwell, M.M. 1968. *Ecolog. Monogr.* **38**: 243-268.
- 2) Cline, M.G. and F.B. Salisbury 1966. *Rad. Bot.* **6**: 151-163.
- 3) 江幡守衛 1978. *日作紀* **47**: 408-416.
- 4) 江幡守衛 1978. *日作紀* **47**: 417-424.
- 5) Hashimoto, T., and M. Tajima 1980. *Plant and cell physiol.* **21**: 1559-1571.
- 6) Howland, G.P. 1975. *Nature* **254**: 160-161.
- 7) 徐 錫元・太田保夫 1982. *日作紀* **51**: 529-534.
- 8) Murphy, T.M., L.A. Wright JR. and J.B. Murphy 1975. *Photochem. Photobiol.* **21**: 219-225.
- 9) Murphy, T.M. and C.M. Hamilton 1979. *Plant Physiol.* **64**: 936-941.
- 10) Ohyama K., L.E. Pelcher and O.L. Gamborg 1974. *Rad. Bot.* **14**: 343-346.
- 11) Robberecht R. and M.M. Caldwell 1978. *Oecologia* **32**: 277-289.