



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

ビールオオムギの脱穀過程における発芽障害に関する研究(第5報)：  
麦粒胚部空隙の発達とその機械的傷害の防止効果

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2022-06-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 三輪, 精博, 小林, 一 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12099/5607">http://hdl.handle.net/20.500.12099/5607</a>

## ビールオオムギの脱穀過程における発芽障害に関する研究 第5報

麦粒胚部空隙の発達とその機械的傷害の防止効果

三輪精博・小林 一

作業機械学研究室

(1986年7月31日受理)

### On the Damage upon Germination of the Malting Barley at the Threshing Time (5)

Development of Vacant Space on Embryo Portion  
of Malting Barley Grain and Inhibitory Effect  
of Mechanical Damage by Vacant Space

Yoshihiro MIWA and Hajime KOBAYASHI

*Laboratory of Agricultural Equipment and Machinery*  
(Received July 31, 1986)

#### SUMMARY

This study was made to investigate the development of the vacant space on the embryo portion of the malting barley grain from X-ray photograph and the inhibitory effect of mechanical damage by vacant space from the germination test.

The vacant spaces were expressed in terms of the vacant space ratio ( $\eta$ ), and the vacant space length from the top of the embryo to the inner wall of the crust for three directions (X, Y, Z).

The inhibitory effect of mechanical damage by vacant space was measured by the germination test of the threshed malting barley grain. The following results were obtained,

- 1) Moisture content of the grains decreased with time after heading, and at the time of about 50% w.b. moisture content, a vacant space began to develop between the embryo and the inner wall of the crust.
- 2) The germination percentage increased as the vacant space ratio increased.

#### 要 旨

本研究では第3, 4報<sup>34)</sup>で述べた麦粒含水率の低下にともなって粒の胚部の空隙が発達する状態をX線写真から詳細に測定し, 空隙比( $\eta$ )および胚先端から3方向の穀皮までの長さ(X, Y, Z)と麦粒含水率との関係を求めた。さらに, この空隙が脱穀過程に麦粒が受ける機械的傷害を防止する効果を明らかにするために, 脱穀粒の発芽試験を行った。その結果,

1. 麦粒胚部の空隙は麦粒含水率約50% w.b. で発現し, 空隙比( $\eta$ )および空隙の長さ(X, Y, Z)の値は, 刈取り時期や乾燥方法が異っても麦粒含水率の低下にともなって一定の傾向で増大する。 $\eta$ , X, Y, Zの値と麦粒含水率( $\theta$ %w.b.)との関係は, 測定値に対して偏差の小さい実験式で表される。
2. 脱穀粒の発芽率は空隙比が大となるほど高い値を示し,  $\eta=0.442$ では発芽率は98.5%以上となっ

た。

これらの結果から麦粒胚部の空隙比や空隙の長さは、刈取りや脱穀の適期を判定する指標として非常に有効な値であり、これらの値を用いる判定方法は、現在一般に行われている出穂後日数や色による方法よりも優れていると思われる。

### は し が き

ビールオオムギの脱穀過程に生じる機械的傷害を少なくするためには、脱穀時の麦粒含水率が低いこと、こぎ胴周速度が低いことなどが一般的な条件とされており、筆者らが第1報～4報<sup>1),2),3),4)</sup>で報告した結果においても、このことは実証された。

特に第3, 4報<sup>3),4)</sup>では含水率の低下にともなって麦粒の胚部に発生する空隙が、脱穀過程における機械的傷害を軽減させる重要な機能を持っていることについて述べた。

本研究では出穂後31日目から50日目までの20日間において、立毛中、地干し中、陰干し中に麦粒胚部の空隙が発達する状態をX線写真を詳細に拡大・トレースした図から求めた。空隙の大きさを表示する方法として空隙比( $\eta$ )および胚先端から3方向の穀皮までの空隙の長さ(X, Y, Z)を測定し、これらの2方法で求めた値と麦粒含水率との関係を明らかにした。また同時に脱穀粒の発芽試験を行い、発芽率と空隙比との関係から、空隙比および空隙の長さは麦粒に機械的傷害を与えることなく脱穀するための時期を決定する指標として、現在一般に行われている出穂後の日数や麦穂の色による指標よりも優れていることを明らかにした。

本研究を行うにあたって本学部遺伝育種学講座の西川浩三教授には有益な御指導、御助言を賜った。ここに心から謝意を表します。

### 実験装置および方法

#### 1. X線撮影装置および方法

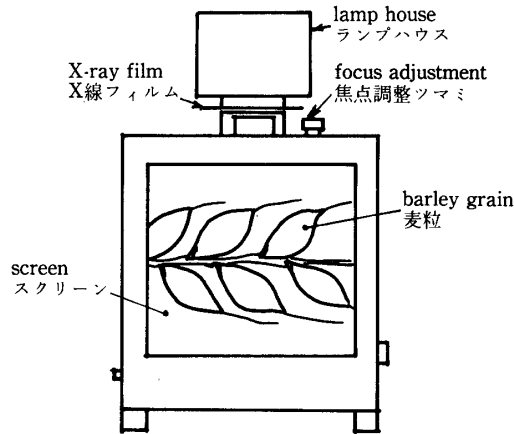
麦穂のX線撮影には、立毛中、地干し中、陰干し中の試料から、それぞれ採取場所による偏在のないように十分注意して、数カ所から標準的な穂を10穂ずつ採取して1つのグループとし、粒の胚部を明瞭に撮影するために護穎をピンセットで注意深く除去した。つぎに2穂ずつ厚手のボール紙製の長方形の枠にセロテープで取り付けて、これを遮光用黒色の紙袋に入れたフィルム上においてX線を照射して撮影した。供試材料の諸元を第1表に、X線装置・撮影条件およびフィルムを第2表に示す。

第1表 供試材料

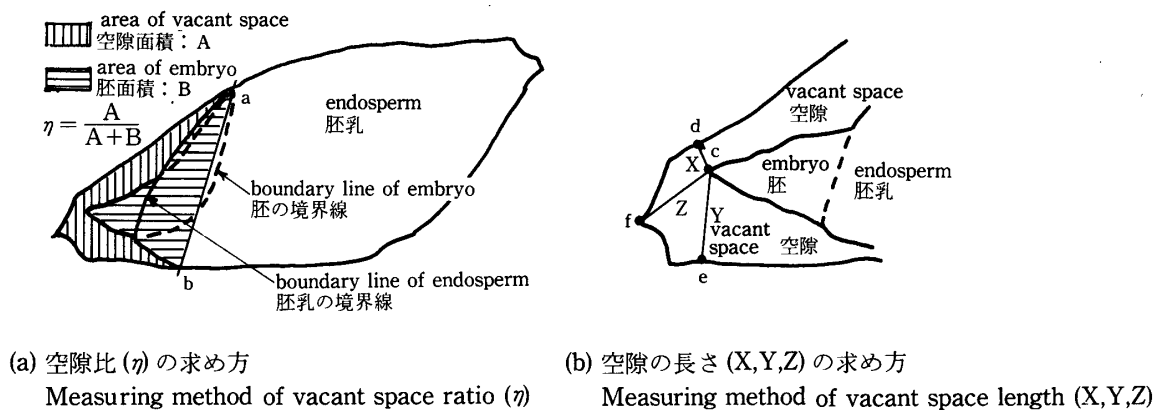
産 地	各務原市那加地区
品 種	サツキ二条
採取期間	昭和56年5月31日～6月19日
出穂後日数	31日 ～ 50日
麦粒含水率	50 ～ 15% w.b.

第2表 X線装置・撮影条件およびフィルム

X線装置・撮影条件	名 称 型 式	X線回折装置 ADG-301, 東芝製
	X 線 管 球	Cu 対陰極, 1 × 1 mm 焦点
	管電圧 × 管電流	15kV × 30mA
	撮 影 距 離	ハウベのシャッタ表面からフィルム面まで340mm
	撮 影 時 間	60秒
フ イ ル ム	名 称	サクラリスコンタクトフィルム CS-140A
	現 像	指定処方薬液により20°C・11分および17～8°C・7分
	カ セ ッ ト	遮光用黒色紙袋



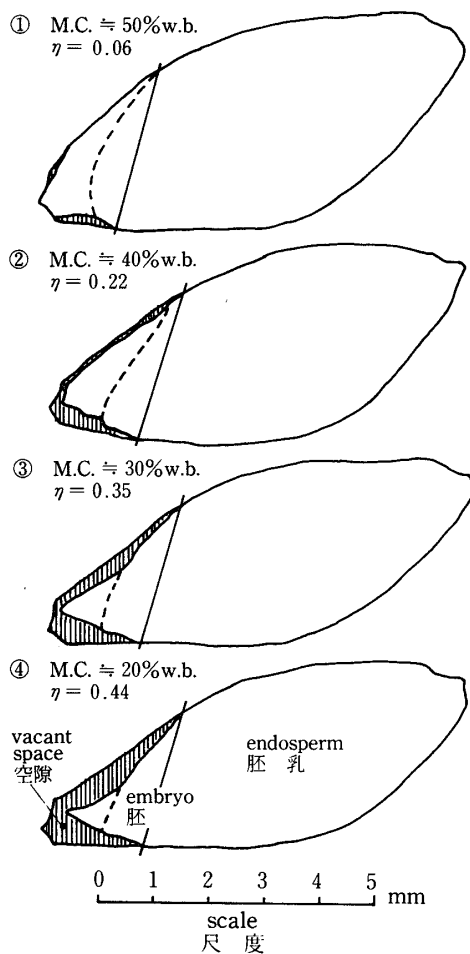
第1図 X線写真フィルム拡大器  
Fig.1 X-ray photographic film enlarger.



第2図 麦粒胚部の空隙比 ( $\eta$ ) と空隙の長さ (X,Y,Z) の測定方法  
Fig.2 Measuring method of vacant space ratio( $\eta$ ) and vacant space length (X,Y,Z) on embryo portion of malting barley grain.

## 2. 麦粒胚部空隙の測定方法

第1図のようにX線撮影したフィルムをミニコピーリーダープリンタ(型式Q4, 富士フィルム社製)を用いて約18倍に拡大し, そのガラス面上にパラフィン紙を貼り付けて1粒ずつトレースした。このトレースにあたって撮影した麦粒全粒をトレースするのは困難であるので, つぎの要領で選び出した粒について行った。すなわち, 同じグループに属する10穂のX線フィルムの中から視察によって, 麦粒基部の穀皮と胚先端(幼根)との間の空隙の大小を基準にして, 最も未熟な穂, 最も熟した穂, 両者の中間に熟している穂の計3穂を選び出し, さらに1穂ごとに穂先, 穂元, 穂の中央の粒計3粒, 1グループ10穂から合計9粒を選び出してトレースした。なお, この9粒を選ぶにあたって不稔粒, 細粒, 小粒, 未熟粒などの不完全粒は除外し, 精粒のみとした。全体的に穂先, 穂元の粒は小粒であることが多く, 選定した粒が除外する粒である場合には, その粒に最も近い位置の精粒を選んだ。つぎにトレースの方法は, 第2, 3図に示すように穀皮の内側の線, 胚部の空隙と胚との境界線および胚乳と胚部の空隙との境界線を詳細に描いた。この際, 含水率が低い粒では, 基部以外に頂部にも穀皮と胚乳との間に空隙がみられる場合があり, その時には穀皮の線ではなく胚乳の外形線を描いて空隙部分は省いてトレースした。また胚部の空隙部分については第3図のようにハッチングによって, 他の部位との区別を明瞭にした。つぎに第2図(a)によ



第3図 胚部の空隙が発達する状態

Fig.3 State of development of vacant space on embryo portion of malting barley grain.

第3表 自動脱穀機の諸元とこぎ胴周速度

製 作 所	大竹農機製作所	
型 式	MT-50	
こぎ胴直径(D)	364.0mm	
こぎ歯の高さ(H)	66.0mm	
こぎ胴有効直径(D+H)	430.0mm	
こぎ胴幅(W)	455.0mm	
こぎ胴周速度 および こぎ胴回転数	周 速 度	回 転 数
	540 m/min	400 r.p.m
	630	467
	720	533
	810	600

て空隙比： $\eta$ の測定方法を説明する。麦粒の胚は、立体的にみると胚乳が舟底状にくぼんだところに着いており、麦粒の長さ・幅面からX線撮影すると、この胚と胚乳の接着位置は胚乳のくぼみに隠れてしまいフィルムから識別することはきわめて困難である。第2図(a)に示した破線は、麦粒を切断してみた胚が胚乳に隠れている部分の外形線である。そこで図のように胚部における穀皮と胚との境界点a, bを決めそれを直線で結び、この線から麦粒の胚側全体の面積を胚部全面積Cとした。なおこの2点a, bは含水率の高い麦粒で空隙部分がほとんど無い場合にも明瞭に確認できる。つぎに図中の斜線の部分を空隙面積Aとし、胚部全面積CからAを減じた残りを胚面積Bとして、これらの面積をトレース図からプランメータを用いて求め、次式によって、空隙比( $\eta$ )を求めた。

$$\text{空隙比 } (\eta) = \frac{\text{空隙面積}}{\text{胚部全面積(空隙面積+胚面積)}} = \frac{A}{C}$$

つぎに長さによって空隙の大きさを表す簡単な別の指標として、胚先端(幼根)からの長さX, Y, Zを測定した。第2図(b)に、この測定位置を示す。すなわち

$$X = cd \text{ (胚先端から背側に立てた垂線の長さ)}$$

$$Y = ce \text{ (胚先端から腹側に立てた垂線の長さ)}$$

$$Z = cf \text{ (胚先端から空隙先端までの長さ)}$$

であり、各々18倍に拡大した画面からデバイダーで点間の距離を取りスケールによって長さを求めた。

### 3. 麦粒含水率の測定方法

試料はX線撮影に供試した穂の採取と同時に、立毛中、地干し中、陰干し中いずれの場合にも、偏在がないように十分注意して、それぞれについて、25穂採取して、それらを5穂づつに分けて、芒を除去した後、手で麦粒だけ穂軸から脱粒して5個の秤量びんに入れて105℃—24時間炉乾法により湿量基準で含水率を測定した。この5個の値の平均値を麦粒含水率とした。

### 4. 脱穀粒発芽試験の装置および方法

過去の実験から発芽率は、高含水率で脱穀した場合には低くなり、低含水率の場合には高い値を示すことが知られている。ここでは刈取り時期を、出穂日から日数で36、42、49日の3段階として、それぞれ刈取り直後に脱穀する生脱穀と刈取り後地干しや陰干しを行ってから脱穀する場合とについて発芽試験を行い発芽率から乾燥が傷害防止におよぼす効果について比較検討した。

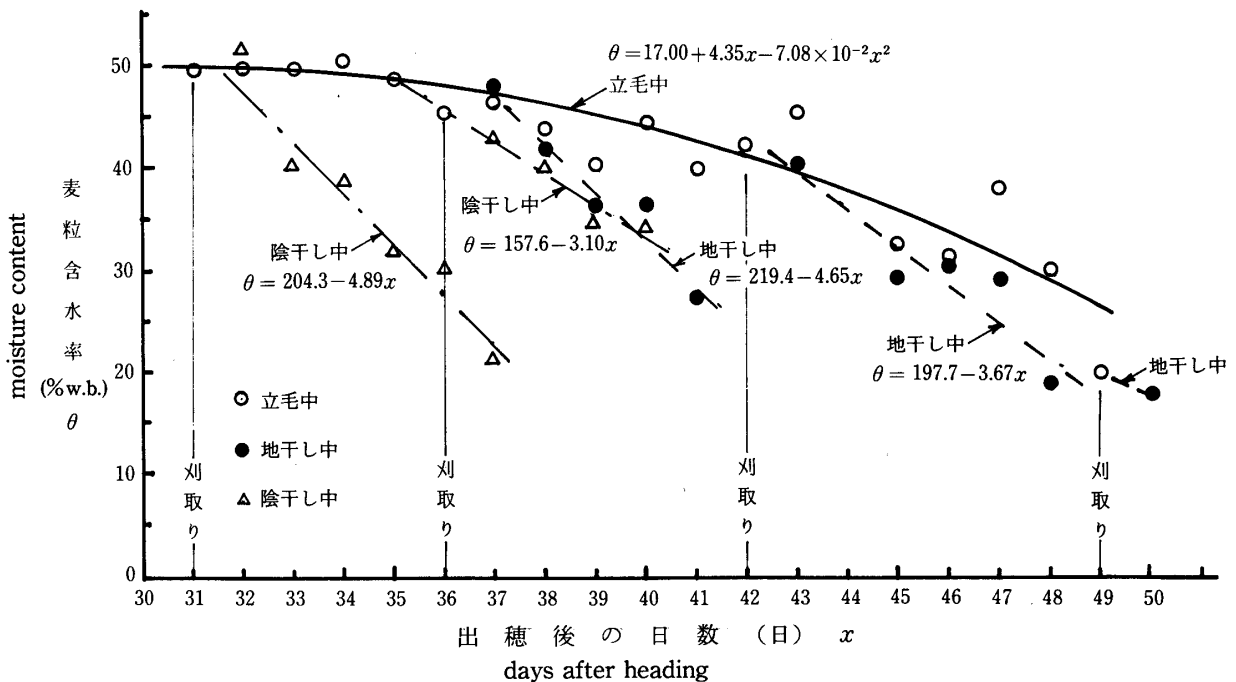
使用した脱穀機は、自動脱穀機で、その諸元と脱穀を行ったこぎ胴周速度およびこぎ胴回転数を第3表に示す。

つぎに発芽試験は脱穀過程で採取した麦粒を乾燥後、室内に約3カ月間保存して休眠期間を経過してから行った。試験方法は、まず2.2mmの縦目篩上に残った精粒を水洗し、つぎにウスプルン1000倍液に30~60分浸漬後、再度水洗してから水切りを行い、9cmシャーレに蒸留水を5cc注ぎNo.2口紙を2枚重ねて敷いた上に麦粒100個を置床した。このシャーレに蓋をして20℃に調整した恒温器に入れ、72時間後に発芽勢を、またさらに48時間経過後に発芽率を測定した。発芽の基準は主根が少しでも胚先端から伸びていれば発芽粒とみなして、1試料に対して1回に100粒づつ3回繰返して計300粒について試験を行い、その平均値を発芽勢および発芽率とした。

## 実験結果および考察

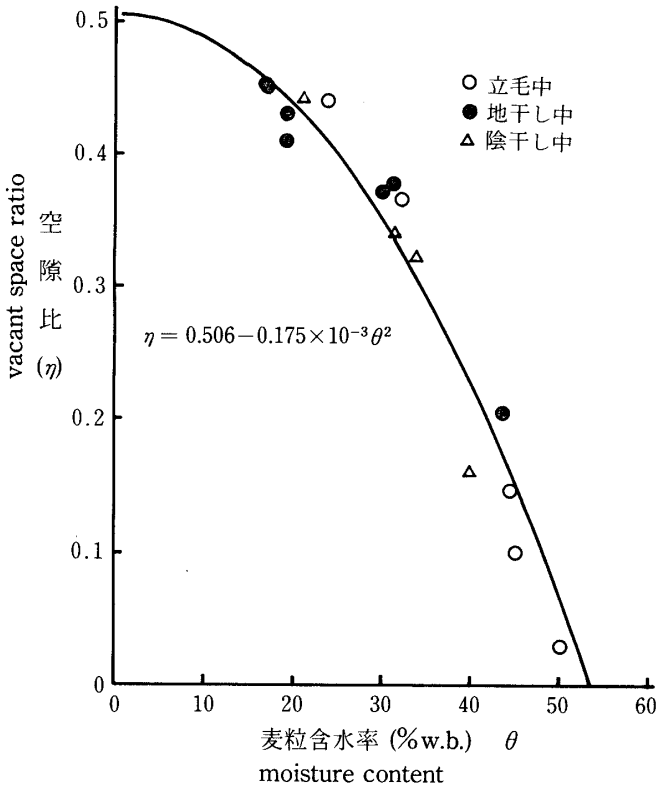
### 1. 出穂後の日数および刈取り後の乾燥と麦粒含水率の変化

第4図に縦軸に麦粒含水率(% w.b.)を、横軸に出穂後の日数を取り、白丸印と実線は立毛中、黒丸印と破線は刈取り後地干し中、三角印と一点鎖線は陰干し中の、それぞれ麦粒含水率の測定値とその変化の

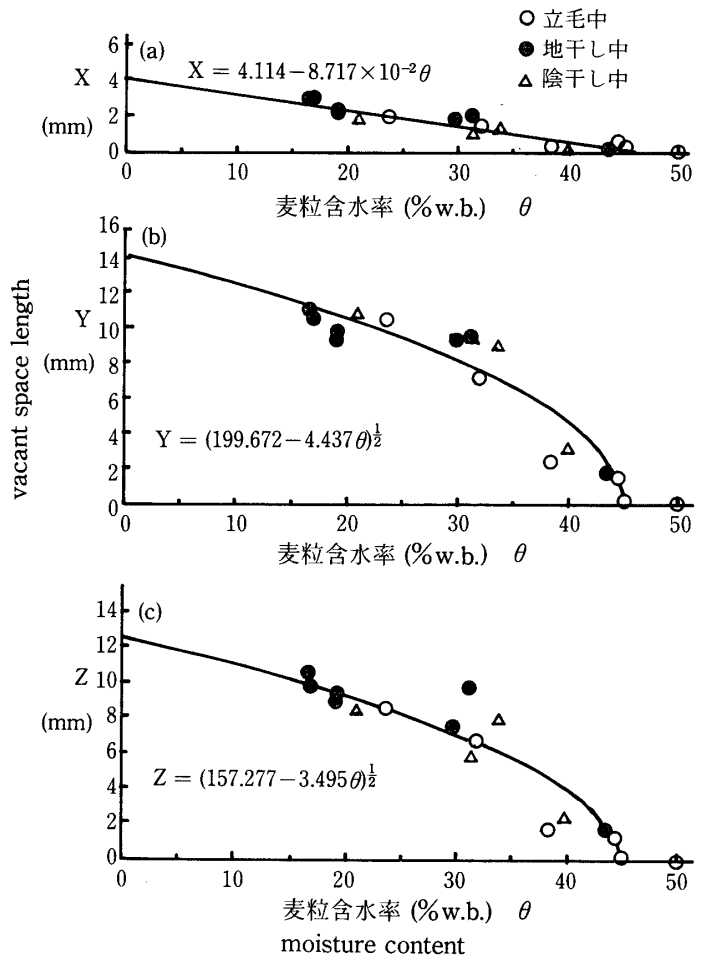


第4図 出穂後の日数と麦粒含水率

Fig.4 Days after heading and moisture content of malting barley grain.



第 5 図 麦粒含水率と空隙比  
Fig.5 Moisture content of malting barley grain and vacant space ratio.

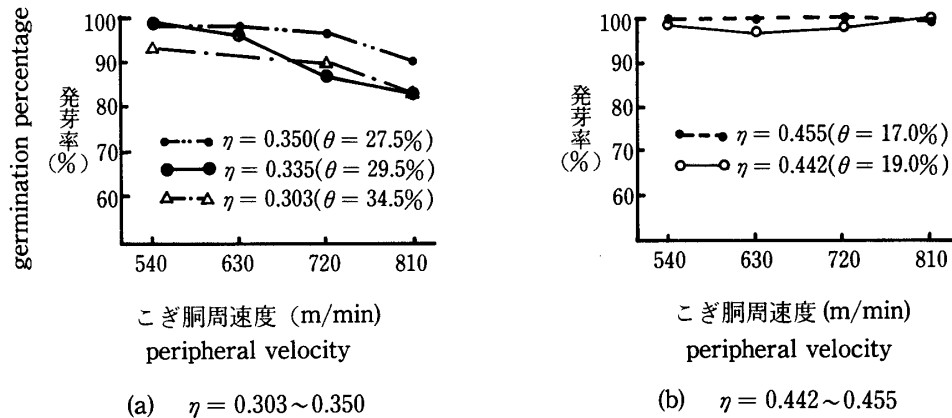


第 6 図 麦粒含水率と胚部空隙の長さ X,Y,Z  
Fig.6 Moisture content of malting barley grain and vacant space length X,Y,Z.

傾向を曲線で示している。現在わが国ではビール麦を水田の裏作として栽培しているの、収穫時期が丁度梅雨期にあたり、本実験期間の 5 月下旬から 6 月中旬まで、ほとんど毎日雨が降っていたので、図から立毛中の麦粒含水率の変化をみると、雨による低温のために相当成育が遅れていたことが、出穂後日数との比較によって推察できる。刈取りは図示のように出穂後 31, 36, 42, 49 日目の 4 回行った。31 日目の刈取り分は室内で陰干しを行って麦粒含水率の測定と X 線写真の撮影に用いた。36 日目のものは刈取り時に雨が降っていたので刈取り後実験室に搬入した麦束を、降雨中は軒先に張り渡した綱に掛けて干し、降雨がない時は天日にあてて乾燥して、それを地干しとし、室内にはざ掛けして乾燥したものを陰干しとして区別した。42, 49 日目刈取り時にも降雨があったが、陰干しは行わず前記と同様の方法で地干しのみ行った。図中の測定値をみてわかるように立毛中、地干し中、陰干し中、3 者の麦粒含水率は日数の経過にしたがって減少する傾向を示している。中には、この傾向からはずれて前日の値よりも高い含水率を示す点もみられるが、この原因としては降雨、試料採取の偏りが考えられる。図全体から刈取り時期が早いほど地干しや陰干しによって、含水率は立毛中のものより早く低下することがわかる。

2. 胚部の空隙比および空隙の長さ と 麦粒含水率

第 5 図に空隙比 (η) と麦粒含水率、第 6 図に空隙の長さ (X, Y, Z) と麦粒含水率との関係を示す。両図中の白丸印は立毛中、黒丸印は地干し中、三角印は陰干し中の各測定値である。図のように乾燥方法の違いによる値の差異は少なく、η, X, Y, Z の値はともに、それぞれ一本の曲線にそって変化していると思われる。すなわち胚部の空隙は含水率に大きく依存している。図中に記した実験式および曲線は、麦



第7図 空隙比別のこぎ胴周速度と発芽率  
 Fig. 7 Peripheral velocity of threshing cylinder and germination percentage by vacant space ratio.

粒含水率を  $\theta$  (% w.b.) として最小二乗法により求めた。なお X, Y, Z は拡大トレースした図上の長さを単位 mm で示してあり、実際の麦粒における長さは 1/18.0 である。第5図から空隙は麦粒含水率約 53% w.b. からではじめて 20% w.b. では  $\eta = 0.4$  となる。また第6図をみると胚が収縮して胚の先端が穀皮から離れるときの麦粒含水率は約 45% w.b. で、含水率が低下するにつれて、それぞれ比例的に大となる。麦粒含水率 20% w.b. における X, Y, Z の値は、それぞれ、 $X = 2.37$ ,  $Y = 10.6$ ,  $Z = 9.62$  mm である。

なお西川らは第3報<sup>3)</sup>で、含水率の低下、空隙の発生・拡大の様相には品種間変異が認められることを報告している。

### 3. 胚部の空隙比と発芽率

第7図(a), (b)に空隙比  $\eta = 0.30 \sim 0.35$  の場合と  $\eta = 0.44 \sim 0.45$  の場合とに分けて、こぎ胴周速度と発芽率の関係を示した。図(a), (b)において、刈取り時期や乾燥方法に差異があるにもかかわらず  $\eta$  が 0.303, 0.335, 0.350 とわずかつつ大になるのにしたがって発芽率が向上している。 $\eta$  が 0.442, 0.455 となると発芽率は最低でも 98.5% となり、こぎ胴周速度 810 m/min における値は 100% となった。これらから刈取り時期や乾燥方法が異なっても、麦粒胚部の空隙が大になるのにもなって、麦粒は機械的傷害を受けにくくなり、 $\eta$  が一定値以上では、脱穀による傷害は小となって高い発芽率を示すと考えられる。このように脱穀時における麦粒胚部の空隙は発芽率と密接な関係にあることがわかる。したがって、現在刈取りや脱穀時期を決める指標として一般に用いられている含水率、出穂後日数、麦穂の色など時間や熟練を要する方法にかえて、ここで述べた空隙比や空隙の長さを指標とすることによって、適期脱穀が一層確実にできると思われる。なお図中に記した  $\theta$  の値は湿量基準の麦粒含水率である。

## ま と め

第1～4報<sup>1),2),3),4)</sup>、特に第3, 4報<sup>3),4)</sup>で述べた含水率の低下にもなって麦粒胚部に発生する空隙について、X線写真を拡大・トレースして空隙比および3方向の胚先端から穀皮までの空隙の長さを求め麦粒含水率との関係を検討した。さらに脱穀粒の発芽率から空隙が、脱穀時の機械的傷害を防止する効果について調査した。結果をまとめると次のようである。

1. 実験期間の気象条件は平年に比して多雨・低温であり、立毛中の麦粒含水率は出穂後31日目で 50% w.b., 36日目で 45.5% w.b., 42日目で 43.5%, 49日目で 20% w.b. と減少した。また地干し、陰干しした場合の乾燥速度は刈取り時期が早いほど大となった。

2. 麦粒胚部の空隙比 ( $\eta$ ) および空隙の長さ (X, Y, Z) は、麦粒の含水率 ( $\theta$  % w.b.) に大きく依存し、それぞれ、ばらつきの小さい次の実験式で表された。

$$\text{空隙比 } \eta = 0.506 - 0.000175\theta^2$$



$$\text{長さ } X \text{ (mm)} = 4.114 - 0.08717\theta$$

$$\text{長さ } Y \text{ (mm)} = (199.672 - 4.437\theta)^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{長さ } Z \text{ (mm)} = (157.277 - 3.495\theta)^{\frac{1}{2}}$$

3. 空隙比が大となるにつれて発芽率は高い値となり,  $\eta=0.442$ では最低でも98.5%となった。これは刈取り時期や乾燥方法に差異があっても同様の結果となり, 脱穀の適期を示す優れた確実な方法であると思われる。

4. 現在農家で空隙比や空隙の長さを測定することは困難であると思われるが, その場合には含水率から空隙比や長さを推定して適期を判定することが有効である。さらに将来農家や農協などで簡易に使用できる空隙測定器の開発が望まれる。

#### 参 考 文 献

- 1) 小林 一・三輪精博・小川三良: ビールオオムギの脱穀過程における発芽障害に関する研究 第1報, 岐阜大農研報 (48): 209-220, 1983.
- 2) 三輪精博・小林 一・小川三良: ビールオオムギの脱穀過程における発芽障害に関する研究 第2報, 岐阜大農研報 (48): 221-231, 1983.
- 3) 西川浩三・重田定敬・吉田喜彦: ビールオオムギの脱穀過程における発芽障害に関する研究 第3報, 岐阜大農研報 (49): 49-58, 1984.
- 4) 小林 一・三輪精博・伊藤正人: ビールオオムギの脱穀過程における発芽障害に関する研究 第4報, 岐阜大農研報 (49): 325-341, 1984.