

二条オオムギ種子の休眠覚醒および休眠打破に関する研究

第3報 登熟期における湛水処理, 倒伏の影響をうけた 種子の休眠覚醒*

馬 淵 敏 夫**

(徳島県立農業試験場)

1993年1月26日受理

要 旨: 登熟期に湛水処理, 倒伏した二条オオムギ「アサヒ19号」, 「成城17号」, 「さつき二条」の種子を用い休眠覚醒を検討した。湛水処理は, 登熟期に4回行い, 成熟期に刈取った。倒伏の有無について, 対照区のみで倒伏程度4以上のところから, 対照区の成熟期と同じ日に刈取った。

湛水処理, 倒伏した植物よりの休眠覚醒は, 種子の粒厚が(2.8 mm以上) > (2.5 mm ~ < 2.6 mm) > (2.2 mm ~ < 2.4 mm)の順に早かった。また, 一穂の着粒位置ごとの種子では, 休眠覚醒程度における発芽率は, 1000粒重と高い相関を示した。

また, 湛水処理が芒の光合成におよぼす影響を, 「さつき二条」と「四系8473」を用いオートラジオグラフィーによって調査した結果, 一穂の上部において光合成能力の低下を示していた。

したがって, 湛水処理, 倒伏によって休眠覚醒の早い大粒種子が減少することにより, 間接的に休眠覚醒が遅れるものと思われる。

キーワード: 休眠覚醒, 湛水処理, 着粒位置, 倒伏, 二条オオムギ, 芒, $^{14}\text{CO}_2$ 吸収。

Studies on the Dormancy-Awakening and -Breaking in the Two-Rowed Barley Seed III. The dormancy-awakening of seeds obtained from plants affected by flooding and lodging during the ripening period : Toshio MABUCHI (Tokushima Agricultural Experimental Station, Ishii chyo, Tokushima 779-32, Japan)

Abstract: Effects of flooding and lodging on the seed dormancy were studied in the two-rowed barley seed. Seeds were obtained from plants which were subject to the flooding treatment 4 times during the ripening period and from lodged plants which showed a lodging index of 4. Awakening from seed dormancy in this crop was closely related with the thickness of the seeds. Awakening from seed dormancy occurred earliest in seeds with a thickness over 2.8 mm, followed by seeds with thicknesses of 2.5-2.6 mm and 2.2-2.4 mm. Similarly, dormancy-awakening was clearly related to 1000 kernel weight and to germination percentage with the heavier grains awakening earlier from dormancy. When the ratio of large grain was reduced, maturation was inhibited. Analysis of the photosynthetic activity of awns during the ripening process of plants treated with flooding was based on $^{14}\text{CO}_2$ levels. It was clear that the photosynthetic ability in the upper position of the ear of awns was lowered by flooding. These results suggest that flooding and lodging have an indirect effect on seed dormancy-awakening on two-rowed barley.

Key words: Awn, $^{14}\text{CO}_2$ absorption, Dormancy-awakening, Flooding, Lodging, Rachis positions, Two-rowed barley.

二条オオムギ栽培において, 湿害や倒伏が著しく登熟を阻害して, 収量が低下するばかりでなく品質を著しく低下させることはよく知られている^{1,2,3,6,7)}。一方, 大麦の物質生産において芒が重要な役割を果たしている事が明らかにされている^{4,12)}が, 湿害によって芒の光合成がどのような影響をうけるかは不明である。二条オオムギ種子の発芽力検定は, 休眠性のため, 収穫直後には休眠打破処理が必要である。従って, その基礎的な知見を得るには, これらの障害を経過して登熟した種子の休眠性を検

討する必要があるが, これについては, ほとんど知見が見当たらない。

そこで, 湿害をおこさせるために湛水処理を行い, 登熟への影響および種子の休眠覚醒を調査した。また, 倒伏についても同様な検討を行った。

材料と方法

1. 湛水処理

(1) 登熟前期の湛水処理: 供試品種「さつき二条」および「四系8473」(二条はだか麦)をほ場へ11月23日および16日に種子量 8 gm^{-2} , 条間25 cmで播種し, 基肥として三要素 8 gm^{-2} , 追肥として窒素・カリ各 2 gm^{-2} を施用した。「さつき二条」の出穂期は

* 大要は, 第175回(1983年10月)183回(1987年10月)講演会において発表。

** 現在, 徳島県農業改良課。

4月30日であり、「四系8473」のそれは4月21日であった。湛水処理は1980年4月27日、5月1日、7日、11日に畦が水没するまで4回行った。

(2) 登熟後期の湛水処理: 供試品種は、「アサヒ19号」、「成城17号」および「さつき二条」である。湛水処理区はまず播種前に耕土を取除き、すき床層をローラーで踏圧した後、耕土を戻して厚さ約10cmの播種床をつくり、11月25日播種した。湛水処理は1981年5月17日、20日、23日および27日に畦が水没するまで注水して断続的に行った。

(3) 倒伏区の設定: 倒伏区は11月22日播種した多条播栽培の対照区のみから、倒伏程度4以上の部分をもって設定した。

2. 発芽試験

対照区は成熟期に、湛水処理区は登熟が停止したと推察された日に、倒伏区は対照区と同一日に刈取り架干し後、刈取後1週間以内に脱穀した。発芽試験の材料は縦目篩で粒厚 $2.2\text{ mm} \leq \sim < 2.4\text{ mm}$ 、 $2.5\text{ mm} \leq \sim < 2.6\text{ mm}$ 、 2.8 mm 以上の3つに分級した。発芽試験は、第1回は刈取後1週間以内、第2回は第1回の15日後、第3回は第2回の30日後に行い、ペトリ皿にろ紙2枚をしき、50粒を置床し5ml注水し、 20°C 3反覆で行った。また、休眠覚醒過程の中期に一穂の着粒位置ごとの発芽試験を前述した方法で行った。「アサヒ19号」の供試した穂数は湛水処理区81穂、倒伏区105穂、対照区58穂であり、「成城17号」では各試験区とも84穂、75穂、110穂であり、「さつき二条」ではそれぞれ56穂、60穂、110穂であった。なお、発芽数の調査は、10日目で打ち切った。

3. オートラジオグラフィによる湿害の調査

供試品種は「さつき二条」および「四系8473」である。1980年11月24日に1/2000アールのワグナーポットに8粒を均一に播種し、ポット当たり基肥として三要素各0.4gを、追肥として窒素、カリ各0.08gを施用とした。播種後の栽培管理は網室で行い、湛水処理を開始した後は、無加温のガラス室に搬入して育成した。

湛水処理および $^{14}\text{CO}_2$ の穂への施与は第1表に示したように実施した。湛水処理は湿害が顕著に現れるように11日間行った。穂への $^{14}\text{CO}_2$ 施与は供試材料を 25°C 、2万lxで制御したグロースチャンパーに持ちこんで行った。すなわち、直径3cm、長さ50cmのガラス管内に主稈を格納して $^{14}\text{CO}_2$ 発生装置から発生させた $^{14}\text{CO}_2$ をガラス管→空気ポンプ→ $^{14}\text{CO}_2$ 発生装置と循環させながら2分間を施与した。施与した穂は直ちに熟処理して乾燥標本とした。標本はカセットを用いてX線フィルムに密着させ、70時間曝光させた後に現像した。フィルムにおける一穂の上部6カ所以上の芒先端部について、その濃度をデンスイトロメーター(Konica PDA-85)を用いて読みとり、値を平均して ^{14}C 活性値とした。同様に出穂完了日後30日目の試料については穂の下端から2番目の芒上部についても測定した。

結果と考察

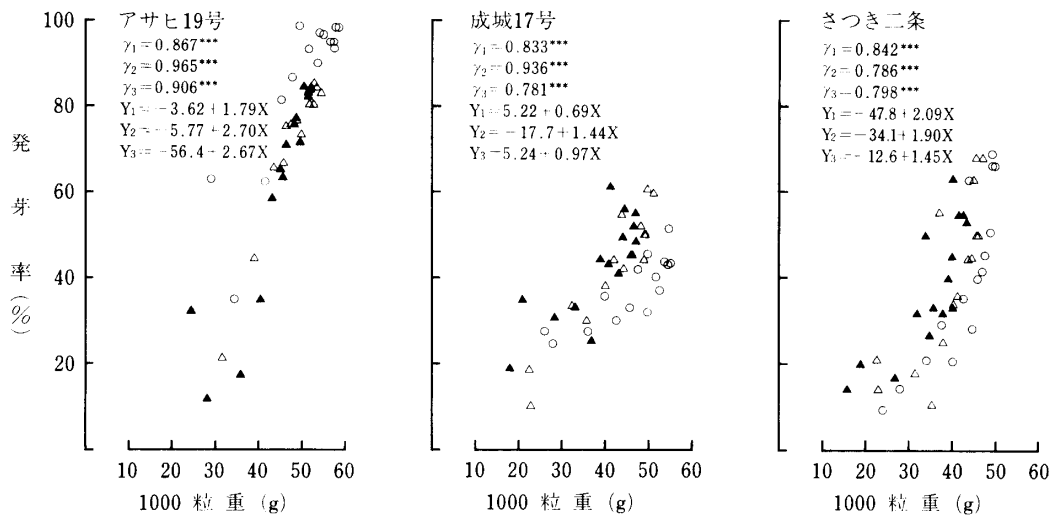
1. 休眠覚醒の差異

休眠覚醒過程における着粒位置ごとの発芽率と1000粒重とは、湛水処理、倒伏によって登熟が阻害された場合においても前報⁹⁾と同様に、強い相関関係がみられた(第1図)。一穂の着粒位置によって発芽率に差異が見られ、下部の着粒位置おもに3~5において発芽率は高い値であった。

休眠覚醒過程における各試験区の発芽率は第2図に示した。第1回発芽試験では、各供試品種とも最も発芽率が低かったが一定の傾向は見られなかった。第2回発芽試験では各品種とも粒厚によって分級した試験区の発芽率の差異が最も大きく、種子の休眠程度のばらつきが拡大していた。粒厚 $2.5 \leq \sim < 2.6\text{ mm}$ の種子では湛水処理区がやや発芽率が低く休眠覚醒が遅れると思われる。なお、第3回発芽試験では休眠覚醒がさらに進み、各試験区とも高い発芽率を示した。各実験区とも粒厚(2.8 mm 以上) $>$ ($2.5 \leq \sim < 2.6\text{ mm}$) $>$ ($2.2 \leq \sim < 2.4\text{ mm}$)の種子の順に休眠覚醒が進んでいた。収穫直後よりも休眠覚醒過程の中期において最も差異が大きくなる

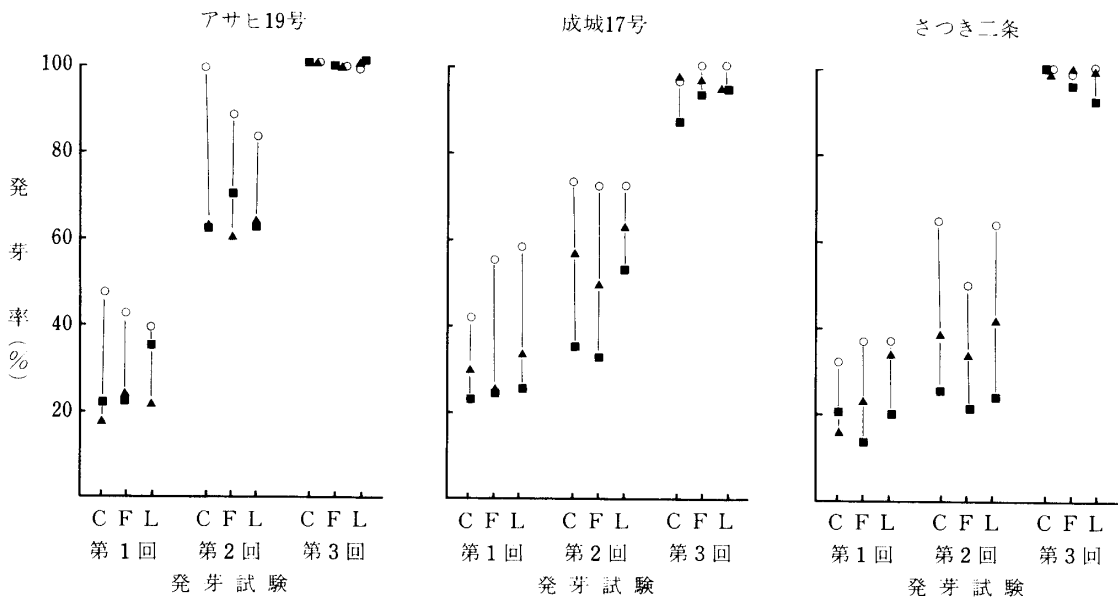
第1表 $^{14}\text{CO}_2$ 施与及び試料採取。

品 種	出穂完了日 (月/日)	湛水処理期間(月/日)		$^{14}\text{CO}_2$ 施与日(月/日)			成熟期 (月/日)
		処理(I)	処理(II)	対照区	処理(I)	処理(II)	
さつき二条	4/9	4/9~4/19	4/23~5/3	4/9, 4/23, 5/8	4/23, 5/8	5/8	5/20
四系8473	4/11	4/13~4/23	4/27~5/7	4/13, 4/27, 5/11	4/27, 5/11	5/11	5/22



第1図 着粒位置ごとの1000粒重と休眠覚醒過程における発芽率との関係。

○：対照区 △：湛水处理区 ▲：倒伏区
 Y₁, γ₁：対照区 Y₂, γ₂：湛水处理区 Y₃, γ₃：倒伏区



第2図 各試験区の休眠覚醒過程における発芽率変化の推移。

○：粒厚 2.8 mm 以上, ▲：粒厚 2.5 ≤ ~ < 2.6 mm, ■：粒厚 2.2 ≤ ~ < 2.4 mm
 C：対照区, F：湛水处理区, L：倒伏区

ことは、休眠打破法の確立にあたって注目される。なお、野性エンバクは、土壌水分が低いと休眠度が弱とされている⁹⁾が、供試品種の同一分級区分の種子の休眠覚醒では一定の傾向は見られなかった。

これらのことから、湛水处理、倒伏によって粒肥大が抑制された種子においても大粒種子ほど休眠覚醒は早いことが明らかになった。

2. 湛水处理および倒伏が粒の肥大におよぼす影響

登熟後期に湛水处理を行うと、対照区に比べて収

量が劣り、1000粒重も軽かった。第2表には、各区の粒厚分布を示した。湛水处理区、倒伏区とも対照区よりも著しく細粒化し、粒厚 2.8 mm 以上の歩合は対照区の約 1/3~1/2 となっていた。野々村ら⁷⁾は、二条オオムギの登熟期の土壌過湿は収量、品質に悪影響をおよぼし、収量、1000粒重、上麦歩合の低下を生じさせるとしている。浜地ら⁸⁾は、二条オオムギの登熟期に湛水处理し、子実重と最も高い相関係数を示す形質は 1000粒重であり、1000粒重の低下とともに細粒化が生じることを明らかにしてい

第2表 登熟後期における湛水处理区及び倒伏区の粒厚分布.

品 種 名	試 験 区	粒 厚 (mm)					
		2.2未満	2.2 \leq ~<2.4	2.4 \leq ~<2.5	2.5 \leq ~<2.6	2.6 \leq ~<2.8	2.8以上
アサヒ 19号	湛水处理区	6.6	7.9	6.7	12.7	34.4	31.7
	倒伏区	4.6	7.7	7.0	13.0	34.4	33.3
	対照区	3.4	2.5	2.2	4.5	22.7	64.7
成城 17号	湛水处理区	26.4	13.6	7.3	14.0	24.9	13.8
	倒伏区	24.2	16.6	10.0	17.4	24.0	7.8
	対照区	5.9	5.2	3.9	9.5	34.0	41.5
さつき二条	湛水处理区	16.7	12.0	8.7	15.8	32.5	14.3
	倒伏区	13.4	11.2	9.0	16.8	33.2	16.4
	対照区	2.9	3.4	4.0	8.3	36.1	45.3

第3表 登熟前期湛水处理区の着粒位置別の粒厚分布及び1000粒重.

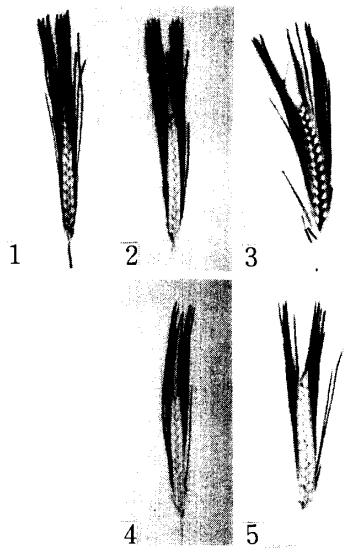
着粒位置	さつき二条		四系 8473	
	2.5 mm 以上 (%)	1000 粒重 (g)	2.5 mm 以上 (%)	1000 粒重 (g)
14*	33.1 (59.2)	27.0 (28.8)		
13	80.0 (88.2)	34.5 (36.0)	7.0 (24.1)	31.1 (33.8)
12	90.8 (92.2)	38.7 (39.8)	42.3 (62.6)	38.9 (40.8)
11	90.8 (98.1)	41.3 (42.5)	67.7 (83.9)	43.7 (44.9)
10	95.0 (99.0)	44.0 (44.9)	80.1 (89.4)	47.1 (47.4)
9	97.6 (100.0)	45.5 (47.1)	91.0 (92.6)	52.9 (50.0)
8	95.8 (99.0)	46.9 (48.5)	89.0 (93.6)	50.4 (52.6)
7	95.8 (99.0)	48.4 (49.7)	93.0 (94.4)	55.7 (54.8)
6	98.3 (99.0)	49.6 (50.4)	97.0 (92.6)	58.1 (56.0)
5	95.8 (99.0)	49.7 (51.3)	93.0 (92.7)	59.1 (56.8)
4	96.7 (99.0)	51.0 (51.7)	93.5 (88.4)	59.6 (57.3)
3	93.4 (96.1)	48.6 (50.2)	94.0 (93.1)	59.9 (57.2)
2	86.8 (92.2)	44.2 (46.1)	90.0 (90.8)	58.4 (55.9)
1	5.8 (9.7)	22.2 (22.3)	53.8 (59.3)	47.2 (46.4)

(): 対照区, * : 一穂の上端.

る。また、原田³⁾は登熟期の倒伏も倒伏の時期が早いものほど、1000粒重および大粒歩合は劣り、明らかに粒の肥大が抑制され、収量、品質とも低下することを報告している。

一方、登熟前期に湛水处理を行った場合、第3表に示したように穂の上部で粒の肥大が抑制されていた。これと関連して芒の光合成能力の推移をオートラジオグラフィーでみると、第3図の対照区で見られるとおりに登熟初期に高いこと¹¹⁾が認められた。そして湛水处理による影響をみると第3図に示したように出穂後の日数を経過するのに伴って上部の芒で低下していた。さらに登熟の初期では上部の芒が、登熟後期にかかる処理(II)では一穂全体の芒において光合成能力が顕著に低下していることがうかがわ

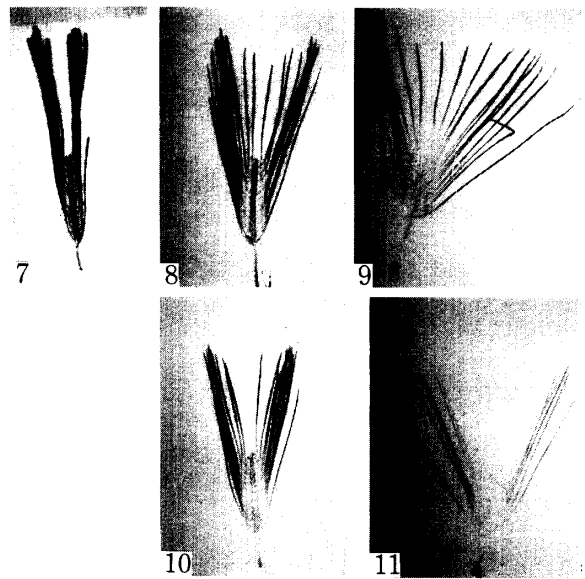
れた。Hozyoら⁴⁾は、¹⁴C オートラジオグラフィーによって六条オオムギの芒は光合成器官であり、その産物を集中的に穀粒へ移行させることを明らかにしている。本実験の結果では¹⁴CO₂ 固定の低下の程度が湛水处理時期によって異なるが、登熟初期よりも登熟後期の方が大きいことを示していた。Kjackら⁵⁾は、同質遺伝子系統を用いて、穂の差引き光合成に長い芒ほど寄与するのは葉緑素を含む組織の面積が増えることによるとしていることから、穂の上部の粒の肥大への影響を推察される。また、第4図に示したように、芒先端部の¹⁴C 活性値は出穂完了日が最も高く徐々に低下しており、湛水处理によって著しく低下していた。出穂完了日後30日目における2番目の芒の¹⁴C 活性値(最大値)では、湛水处理(I)



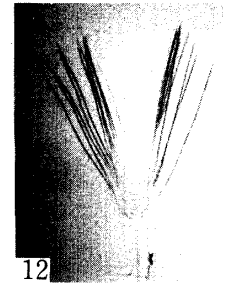
- ①：4月9日 $^{14}\text{CO}_2$ ガス施与直後
- ②：4月23日 $^{14}\text{CO}_2$ ガス施与直後
- ③：5月8日 $^{14}\text{CO}_2$ ガス施与直後
- ④：湛水処理(I) 4日後, 4月23日 $^{14}\text{CO}_2$ ガス施与直後
- ⑤：湛水処理(I) 14日後, 5月8日 $^{14}\text{CO}_2$ ガス施与直後
- ⑥：湛水処理(II) 5日後, 5月8日 $^{14}\text{CO}_2$ ガス施与直後



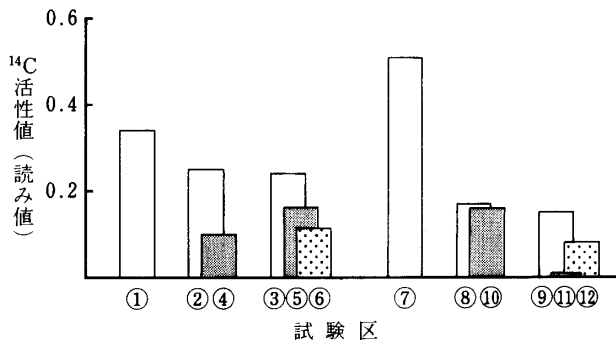
第3-1図 さつき二条のオートラジオグラフ。



- ⑦：4月13日 $^{14}\text{CO}_2$ ガス施与直後
- ⑧：4月27日 $^{14}\text{CO}_2$ ガス施与直後
- ⑨：5月11日 $^{14}\text{CO}_2$ ガス施与直後
- ⑩：湛水処理(I) 4日後, 4月27日 $^{14}\text{CO}_2$ ガス施与直後
- ⑪：湛水処理(I) 14日後, 5月11日 $^{14}\text{CO}_2$ ガス施与直後
- ⑫：湛水処理(II) 4日後, 5月11日 $^{14}\text{CO}_2$ ガス施与直後



第3-2図 四系8473のオートラジオグラフ。



第4図 各試験区における活性値の推移。

□：対照区 ■：湛水処理(I) ●：湛水処理(II)
①～⑫は第3図に示すとおり。

は品種によって異なるが、湛水処理(II)は対照区・湛水処理(I)よりも低い値であり、処理時期による影響の差異がみられた。

以上の諸点から、湛水処理および倒伏によって粒の肥大が抑制されるため休眠覚醒の早い大粒種子が減少し種子サンプル全体の休眠覚醒がやや遅れると思われる。*Brassica* 属では小粒種子は大粒種子に比べ休眠が強い傾向をもつ¹⁰⁾と報告されている。従っ

て、二条オオムギにおける湛水や倒伏は、穀粒の肥大を阻害し、間接的に休眠覚醒を与えるものと推察される。

謝辞：オートラジオグラフィーによる解析は、香川大学農学部作物学研究室小暮秩教授の御指導御援助をいただき、同農学部の施設にて実施した。また、「四系8473」の種子は四国農業試験場から分譲していただいた。ここに感謝の意を表します。

引用文献

1. 浜地勇次・古庄雅彦・伊藤昌光 1987. 大麦の耐湿性に関する研究. 第4報 主要な二条大麦品種の耐湿性. 福岡農総試研報 A-6: 25-28.
2. 浜地勇次・吉野 稔・古庄雅彦・吉田智彦 1990. ビール大麦における土壌の過湿条件が穎の大きさおよび側面裂皮粒の発生に及ぼす影響. 日作紀 59: 667-671.
3. 原田哲夫 1974. 二条大麦の品質に関する作物学的研究. 広島県農試報 34: 1-82.
4. Hozyo Y., and H. Kobayashi 1969. Tracer studies on the behaviour of photosynthetic products during the grain ripening stage in six-rowed barley plant (*Hordeum sativum* Jessen). Bull.

- Nat. Inst. Agric. Sci. D 20 : 35—77.
5. Kjack, J.L. and R.E. Witters 1974. Physiological activity of awns in isolines of atlas barley. *Crop Sci.* 14 : 243—248.
 6. 中山 保・藤平利夫 1961. 栃木県における醸造用二条大麦の品質の実態調査. *栃木県農試報* 5 : 83—93.
 7. 野々村利男・中村久郎 1966. 二条大麦子実蛋白質含量の栽培学的研究. 第4報 登熟期間中の日照, 降雨, 温度と品質. *滋賀県短大学雑* 7 : 49—55.
 8. 馬淵敏夫 1991. 二条オオムギ種子の休眠覚醒および休眠打破に関する研究. 第2報 着粒位置による種子の肥大充実度と休眠覚醒との関係. *日作紀* 60 : 25—28.
 9. Sexsmith, J.J. 1969. Dormancy of wild oat seed produced under various temperature and moisture conditions. *Weed Sci.* 17 : 405—407.
 10. 高橋 成人・崔 寛 三 1981. 種子形成条件と発芽. *東北大農研報* 32 : 65—72.
 11. 武田元吉・宇田川武俊 1976. 麦類の光合成に関する生態学的研究. 第3報 同化諸器官の光合成能力の生育時期別変化. *日作紀* 45 : 357—368.
 12. Thorne, C.N. 1965. Photosynthesis of ears and flag leaves of wheat and barley. *Ann. Bot.* 29 : 317—329.