

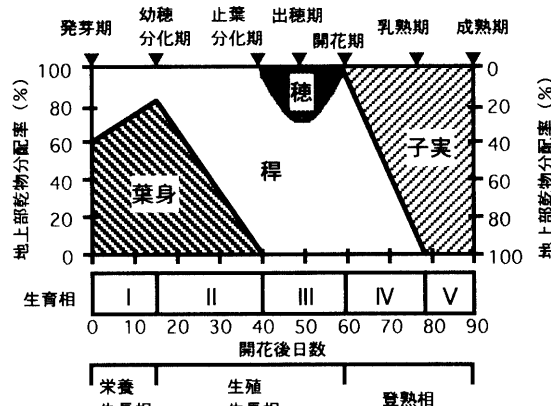
Grain Filling Mechanisms in Spring Wheat Varieties
Tadashi Takahashi
(Faculty of Agriculture, Yamaguchi University)

コムギの子実は登熟前半において胚乳細胞を分裂し、後半に胚乳細胞を肥大することで、登熟を完了する。この過程において、稈は登熟前半で余剰の光合成産物を一時的に蓄積し、後半でこれの子実へと転流させる。このようなコムギの登熟の様相は、日射量をはじめとする環境要因によって大きく変動し、品種の特徴によりその反応も変化する。本研究は、このようなコムギの登熟過程における生理的機構を整理し、環境に対する反応や品種間の違いを解析しようと試みたものである。

1. 登熟前半における子実への乾物分配動向の回帰式による解析

本研究に先立ち、コムギの全生育期間を葉身、穂および子実への乾物分配動向より5つの生育相に区分し、それぞれの生育相での各器官への乾物分配率を出芽後日数に対する回帰式によって評価した(第1図)。これら回帰式は、乾物分配動向の品種間差異や処理間差異をその回帰式の係数の違いによって評価した(第1表)。しかしながら、開花期から乳熟期までの生育相IVでは回帰式の相関係数が極めて低いものもあり($r=0.245$ 、 0.336)、この生育相では子実への乾物分配率が必ずしも直線的に増加するわけではないことが伺われた(第2図)。生育相IVの子実乾物重および稈の貯蔵養分の増加速度と日射量との関係について検討したところ、稈の貯蔵養分についてのみ日射量との間に正の相関関係が認められた。

つまり、その日の日射量の多少によって稈の貯蔵養分の増加速度が変化することが、生育相IVでの子実への乾物分配率が必ずしも直線的に増加しないことの原因であると考えられた。



第1図 乾物分配率の推移パターンからみた春播コムギの登熟相の分類

生育相 I (葉身への分配率) $Y_L = b_1 X + c_1$

生育相 II (葉身への分配率) $Y_L = -b_2 X + c_2$

生育相 III (穂への分配率) $Y_E = -a_3 (X - b_3)^2 + c_3$

生育相 IV (穂への分配率) $Y_G = b_4 X + c_4$

生育相 V (穂への分配率) $Y_G = 100$

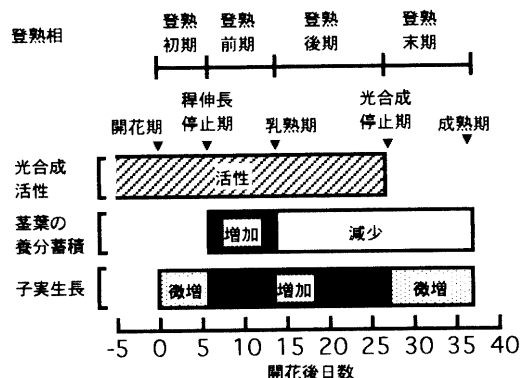
第1表 春播コムギ3品種の3播種期における生育相II・III・IVでの葉身・穂・子実への乾物分配率を出芽後日数から計算する回帰式とその相関係数

品種・処理	生育相II 幼穂分化期～止葉出葉期			生育相III 止葉出葉期～開花期				生育相IV 開花期～乳熟期		
	b2	c2	r	a3	b3	c3	r	b4	c4	r
ハルヒカリ										
早播区	$Y = -2.31X + 116$		.980***	$Y = -0.17(X - 53.6)^2 + 24.4$			.957***	$Y = 3.25X - 191$		.800*
中播区	$Y = -2.61X + 115$		.987***	$Y = -0.19(X - 46.9)^2 + 24.5$			.899***	$Y = 4.49X - 245$		.785*
晩播区	$Y = -2.34X + 98$		.980***	$Y = -0.32(X - 41.7)^2 + 29.1$			.844**	$Y = 1.60X - 50$		.336
ハルユタカ										
早播区	$Y = -2.14X + 110$		.976***	$Y = -0.26(X - 54.0)^2 + 43.2$			.797**	$Y = 5.00X - 303$		.863**
中播区	$Y = -2.62X + 114$		.974***	$Y = -0.20(X - 44.9)^2 + 32.5$			.930***	$Y = 3.41X - 157$		.609
晩播区	$Y = -2.46X + 106$		.894***	$Y = -0.32(X - 39.8)^2 + 37.4$			.809**	$Y = 3.13X - 129$		.806*
Selpek										
早播区	$Y = -1.52X + 94$		.896***	$Y = -0.18(X - 61.3)^2 + 24.0$			.780**	$Y = 4.23X - 280$		.977***
中播区	$Y = -2.00X + 105$		.964***	$Y = -0.16(X - 55.7)^2 + 23.5$			.641*	$Y = 1.59X - 62$		.245
晩播区	$Y = -2.16X + 102$		.978***	$Y = -0.37(X - 49.3)^2 + 36.2$			.814**	$Y = 2.27X - 114$		.683

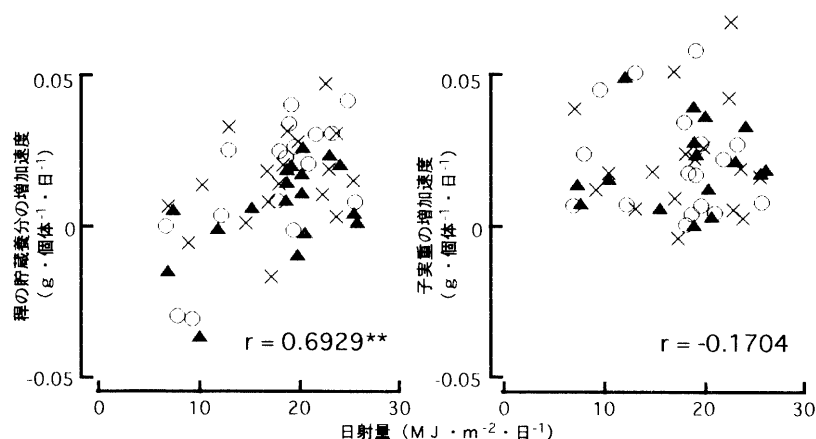
2. 子実および稈の乾物生産動向からみたコムギの登熟相の分類

開花期から成熟期までの登熟期間における子実乾物重、稈の貯蔵養分重ならびに稈の構造物重の動向を調査したところ、稈の貯蔵養分重は乳熟期を境として増加・減少すること（第3図）、さらにその増加速度は稈の伸長が停止する開花後6日目から全乾物重の増加が停止する開花後26日目まで日射量との間に正の相関関係がみられること（第4図）、稈の構造物重はその伸長が停止する開花後6日目まで増加し以後増加しないこと（第3図）が明かとなった。

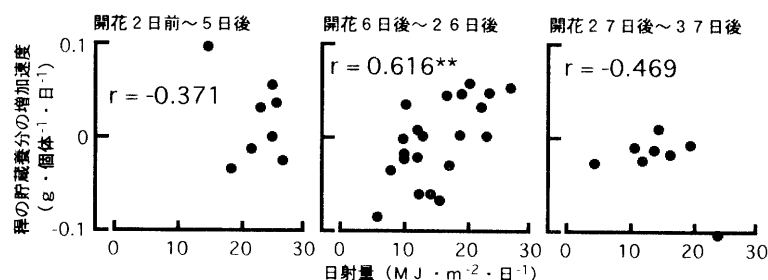
これらの動向からコムギの登熟期間が特徴的な4つの相に分類されることを明らかにした（第5図）；（1）登熟初期（開花期から稈伸長停止期まで：同化産物が主として稈の伸長に利用され、子実重はゆるやかに増加する）、（2）登熟前期（稈伸長停止期から乳熟期まで：稈の伸長が停止して、同化産物は子実生長と稈の貯蔵養分の増加に利用される）、（3）登熟後期（乳熟期から光合成停止期まで：同化産物はすべて子実生長に利用され、稈の貯蔵養分が補足的に子実へと転流する）、（4）登熟末期（光合成停止期から成熟期まで：新たな同化産物は生産されず、子実は稈からの転流物質によってのみ生長する）。



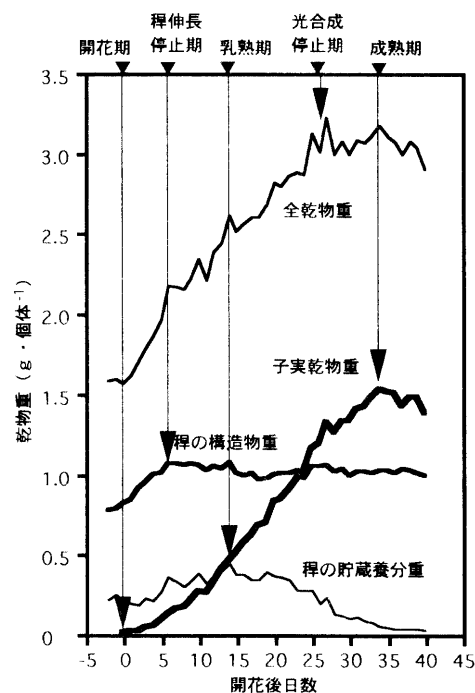
第5図 群落の物質生産力（光合成活性）、茎葉の養分蓄積の増減、子実生長速度のパターンからみた春播コムギの登熟相の分類



第2図 登熟前半における稈の貯蔵養分重および子実重の増加速度と日射量との関係
○は春播コムギ品種ハルヒカリを、▲はハルユタカを、×はSelpokを示す。



第4図 春播コムギ品種ハルユタカの登熟期間における稈の貯蔵養分重の増加速度と日射量との関係

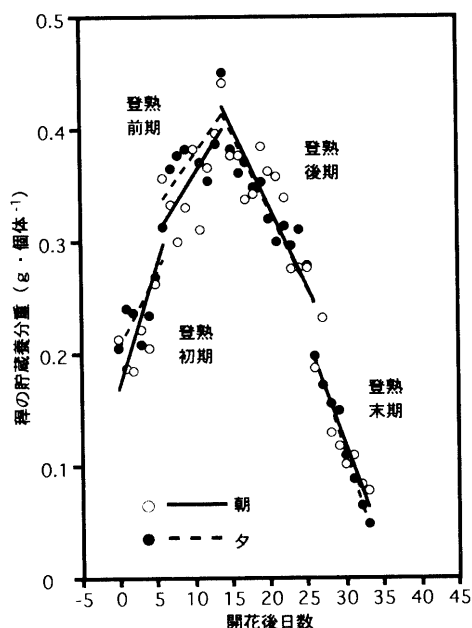


第3図 春播コムギの全乾物重、子実乾物重、稈の構造物重および貯蔵養分重と生育ステージとの関係

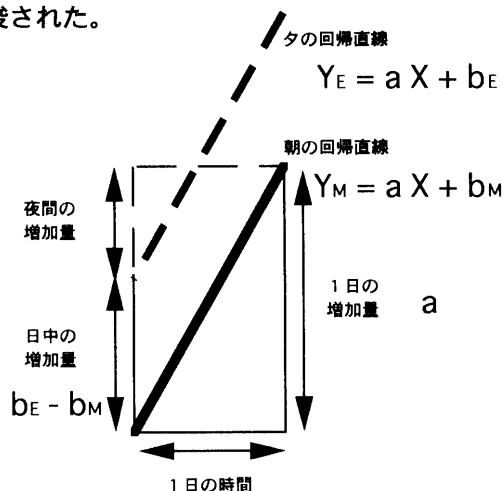
3. 回帰式による子実および稈の日中・夜間別の乾物生産動向の解析

子実乾物重および稈の貯蔵養分重、稈の構造物重の推移を早朝と夕方に連日測定し、その増加速度を登熟相別に開花後日数に対する直線回帰式

を用いて解析した（第6図、第7図）。その結果、子実重の増加速度は登熟初期、前期および末期では日中と夜間とで差がなかったものの、登熟後期では日中が夜間の3倍になることが明らかになった（第2表）。また、稈の貯蔵養分は、登熟前期においては日中に増加するものの夜間は減少しており、夜間は子実へ転流されていることが示唆された。



第6図 春播コムギ品種ハルユタカの朝および夕の稈の貯蔵養分重の推移



第7図 回帰式による日中・夜間の乾物重増加速度の評価方法

第2表 昼夜別にみた各登熟相における春播コムギ各器官の乾物重増加速度 (mg・個体⁻¹・日⁻¹)

	全乾物重	子実重	稈の貯蔵養分重	稈の構造物質重
登熟初期 (開花期～稈伸長停止期)				
全日	96.2	18.2	21.5	41.0
日中	70.4	8.6	10.5	24.6
夜間	25.9	9.6	11.0	16.4
登熟前期 (稈伸長停止期～乳熟期)				
全日	50.5	39.8	10.7	-2.3
日中	50.3	17.5	18.3	-12.7
夜間	0.2	22.3	-7.6	10.4
登熟後期 (乳熟期～光合成停止期)				
全日	44.2	60.7	-14.6	0.8
日中	35.2	44.8	-3.8	-21.7
夜間	9.0	15.9	-10.8	22.5
登熟末期 (光合成停止期～成熟期)				
全日	0.8	34.9	-18.8	-5.8
日中	-12.4	16.4	-6.4	-16.1
夜間	13.2	18.5	-12.5	10.3

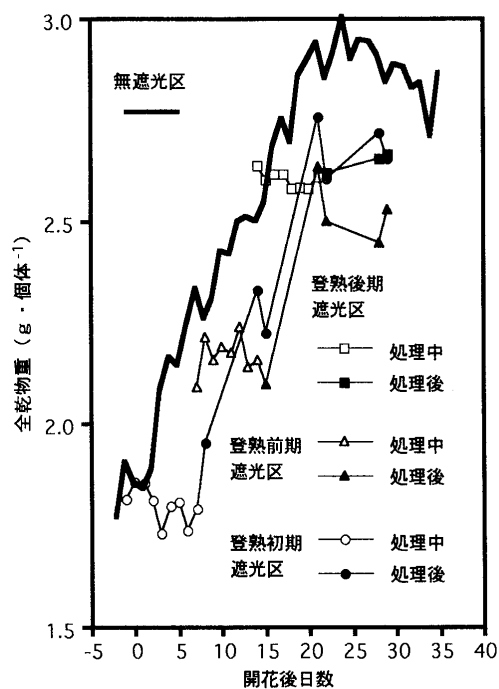
4. 遮光処理による登熟に対する光合成産物不足の影響の解析

コムギの登熟に対する光合成産物不足の影響をみるため、登熟初期、前期、後期に95%の強遮光処理を行ったところ、処理期間中、処理区では物質生産をほぼ停止していたが（第8図）、子実乾物重は対照区の50-60%を維持しており（第9図）、子実生長は同化産物が不足する光条件下では稈の貯蔵養分の転流により補われていることが明らかになった（第10図）。

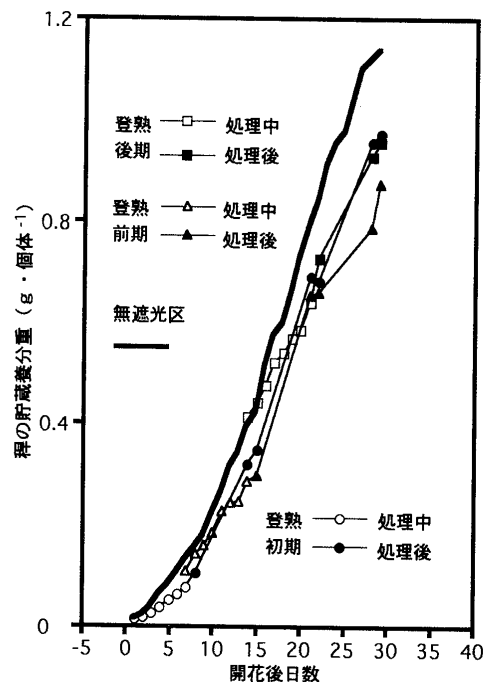
さらに、光合成産物不足がシンク形成に及ぼす影響についてみたところ、登熟初期の遮光による子実収量の減少は粒数の減少に起因しており、とくに第3小花における粒数の減少によることを、登熟前期および後期の遮光による子実収量の減少は粒重の減少に起因しており、これは胚乳細胞数の減少ではなくデンプン粒の小型化によることを明らかにした（第3表）。

5. 登熟機構の品種間差異の解析

育成地を異にし、遺伝的、形態的特徴が大きく異なる3品種の穂乾物重および稈の貯蔵養分重と構造物質重の増加速度を直線回帰式を用いて解析した（第4表）。北海道で育成された半矮性品種ハルユタカは、稈の貯蔵養分重が光合成停止期まで高く維持され、登熟末期に急速に穂へと転流した。一方、九州で育成された半矮性品種農林61号は、稈の貯蔵養分が登熟前期まで増加するものの、以後穂へと転流し、穂の生長速度が登熟末期においても高く維持された。また、ドイツで育成された長稈品種Selpekは、登熟初期の期間が長く、穂乾物重および稈の貯蔵養分ともその増加速度が登熟前期で高いことが明らかとなった。



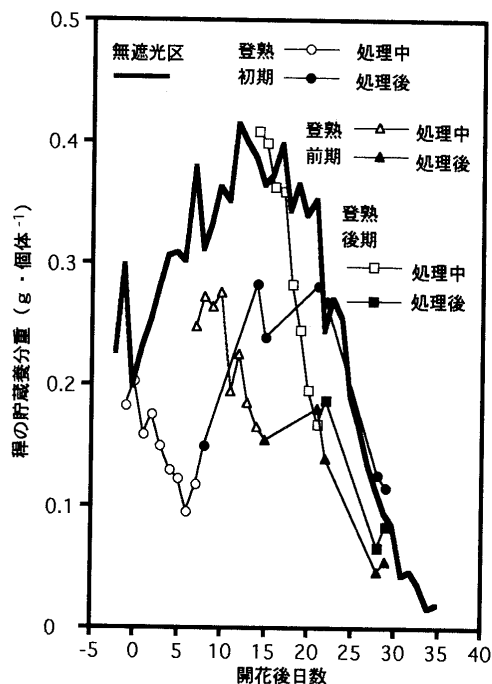
第8図 春播コムギ品種ハルユタカ的全乾物量の推移に対する遮光処理の影響



第9図 春播コムギ品種ハルユタカの子実乾物量の推移に対する遮光処理の影響

第4表 登熟相別にみた春播コムギ3品種の各器官乾物量の増加速度 ($\text{mg} \cdot \text{稈}^{-1} \cdot \text{日}^{-1}$)

	ハルユタカ	農林61号	Selpek
全乾物重			
登熟初期	69	43	34
登熟前期	46	49	101
登熟後期	62	44	50
登熟末期	6	15	2
穂乾物重			
登熟初期	26	13	20
登熟前期	42	42	63
登熟後期	61	56	64
登熟末期	39	45	30
稈の貯蔵養分重			
登熟初期	2	1	-5
登熟前期	13	12	32
登熟後期	4	-28	-12
登熟末期	-27	-18	-15
稈の構造物質重			
登熟初期	40	29	22
登熟前期	-3	-2	5
登熟後期	-3	5	-3
登熟末期	-1	4	-5



第10図 春播コムギ品種ハルユタカの稈の貯蔵養分重の推移に対する遮光処理の影響

第3表 登熟相別に遮光処理した春播コムギ品種ハルユタカの収量および収量構成要素と小花別の粒数・粒重、細胞数、デンプン粒数

遮光処理	子実重 (gm^{-2})	穂数 (m^{-2})	一穂 粒数	粒重 (mg)	一穂粒数		粒重		胚乳細胞層数	デンプン粒数	
					1・2 小花	第3 小花	1・2 小花	第3 小花		16 μm 以上	16 μm 以下
無処理区	594	669	27.5	32.2	12.6	8.5	36.7	29.5	13.9	6.2	155
登熟初期 遮光区	529 (89)	668 (100)	22.9 (83)	34.6 (107)	12.2 (97)	3.2 (38)	39.6 (108)	31.6 (107)	11.9 (86)	5.5 (89)	158 (102)
登熟前期 遮光区	473 (80)	686 (103)	25.4 (92)	27.2 (84)	12.6 (100)	8.3 (98)	30.8 (84)	22.7 (77)	10.5 (76)	3.8 (61)	205 (132)
登熟後期 遮光区	500 (84)	680 (102)	25.3 (92)	29.0 (90)	12.9 (102)	9.0 (106)	33.4 (91)	26.6 (90)	13.7 (99)	4.4 (71)	138 (89)

() 内は、無処理区に対する比を百分率で示したものである。