

## 寒冷地におけるアズキの初期葉面成長

何寧・沢田壮兵・加藤清明・小嶋道之

(帯広畜産大学畜産学部)

**要旨：**寒冷地におけるアズキの安定生産には初期生育が重要であり、この観点からアズキの生育初期における葉面成長を明らかにした。エリモショウズとしゅまりの2品種を供試して、2003年(低温年)と2004年(高温年)に実験を行った。両年とも同じ日に2週間間隔で6回播種した。初生葉、第1、第2および第3葉の葉面積と表皮細胞の面積を調査した。供試した2品種の葉面積は初生葉が最も小さく、葉位が上がるにつれて増加した。この傾向は一部を除き播種日を変えても、低温年および高温年でも変わらなかった。いずれの葉の面積も低温年より高温年で大きかった。表皮細胞は凹凸のある多角形で、細胞面積には $191\sim 6088\ \mu\text{m}^2$ の変異があった。初生葉の細胞面積は第1~3葉の面積より大きかった。播種日が遅くなるにつれて、初生葉の細胞面積は大きくなったが、第1~3葉にはこの傾向はみられなかった。細胞面積も高温年が低温年よりも大きかった。葉面積に対して葉長と葉幅は各葉とも高い正の相関を示したが、葉面積と細胞面積では初生葉でのみ正の相関が認められた。葉面積に対する葉長と葉幅の効果は後者が相対的に大きかった。

**キーワード：**アズキ、細胞面積、初期生育、初生葉、播種日、葉面積。

日本で栽培されている乾燥子実用マメ類のうちアズキはインゲンマメに次いで北海道での生産割合が高い。最近5ヶ年では後者が94%に対し、前者は85%である(農林統計2004)。北海道の中でも十勝地方は国産の38%を占める主産地である。十勝産のアズキは生産量が多いばかりでなく、品質が優れていることで実需者から高い評価を得ている。これには他の産地にくらべて涼涼なため病虫害が少なく、登熟期間の日照や日温度格差が大きいことが関係していると考えられている(村田2003)。一方、アズキは北海道で栽培されるマメ類のなかでもっとも低温に弱く冷害を受けやすい(成河ら1970, 村田ら1985)。100年を超える北海道の栽培のなかで、4年に一回の冷害と10年に一回の大冷害に遭遇している(村田2003)。

アズキは日本の伝統食品で、現在世界でアズキをもっとも多く食べているのも日本である。中国、カナダ、アメリカ合衆国、オーストラリア、ブラジルなどで生産されているが、そのほとんどは日本への輸出品である。このように日本のアズキは外国からの安価な輸入品との競争と、国内では主産地が寒冷地であるため生産の不安定性にさらされている。中世古ら(1979)は、北海道のアズキ収量が安定性に欠ける原因の一つとして生育初期における葉面積の拡大速度が緩慢であることをあげ、栽培期間が短い北海道では収量安定のために初期成長と栄養成長の早期確保が重要であると指摘した。また、山内(1963, 1964)も初期生育の緩慢なことがアズキの特徴であると報告している。

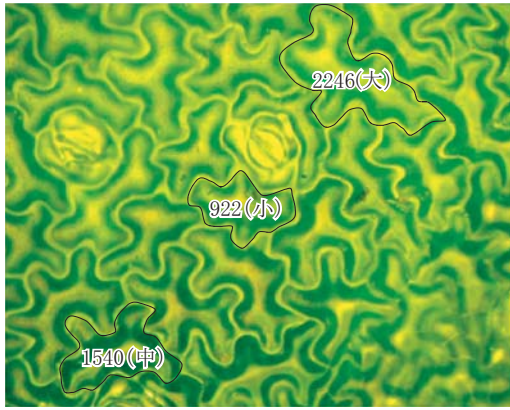
本報は、寒冷地におけるアズキの初期生育を葉面成長の観点から検討した。2年間、各年6回の播種日移動試験を行い、多くの環境条件における変動に注目して初期の葉面成長を明らかにした。

### 材料と方法

2003年と2004年の2年間、帯広畜産大学試験圃場で実験を行った。現在、北海道で作付されている「エリモショウズ」と「しゅまり」の2品種を供試した。両年とも同じ日の5月6日(播種日I)から2週間間隔で7月15日(播種日VI)まで6回の播種を行った(第1表)。十勝地方におけるアズキの標準播種日は5月20日(播種日II)である。畦幅60cm、株間20cm、畦長5mに1株2本立てとし、1畦を1試験区として3反復で配置した。化成肥料豆類6号を10a当たり100kg施与した。10a当たり要素量(kg)は窒素:4.0、リン酸:12.5、加里:10.0である。

各試験区から平均的な1個体を選び、初生葉、第1葉、第2葉および第3葉を採取した。採取した葉は上位葉の発育状況から完全に展開したと考えられた葉で、採取した個体と時期は葉位によって異なっていた。初生葉では2枚の単葉、第1~3葉では3枚の小葉について、葉長、葉幅、葉面積および表皮細胞の面積を調査した。葉面積は自動面積計(林電工社、AAM-8型)で測定した。細胞面積の測定にはデジタルマイクロスコープ(キーエンス社、VHK-100型)を用いた。1枚の葉を中肋で左右に分け、それらの中心部に1000倍率のデジタルマイクロスコープの視野( $27000\ \mu\text{m}^2$ )を定め、視野中に観察される細胞の中から、大きさが最大、中程度、最小と考えられた3個の細胞の面積を所定の方法により計測した(第1図)。左右それぞれ3個、合計6個の細胞面積を平均して各葉の細胞面積とした。葉長、葉幅、葉面積および細胞面積の値を初生葉では2枚の単葉の平均値、第1~3葉では3枚の小葉の平均値で示した。

開花期に個体の乾物重と葉面積指数(LAI)を調査した。



第1図 エリモショウズ表皮細胞の実物写真と測定例。実線内数値は面積で、単位は $\mu\text{m}^2$ 。

各試験区の平均的な1個体を採取し、着生しているすべての葉の面積を自動面積計で測定した。その後、70°Cで48時間通風乾燥して個体の乾物重を測定した。LAIは1個体の栽植密度で個体の葉面積を除いて求めた。成熟期に個体重と子実重を調査した。各試験区から平均的な5個体を収穫し、70°Cで48時間通風乾燥した後、1個体当たり乾物重

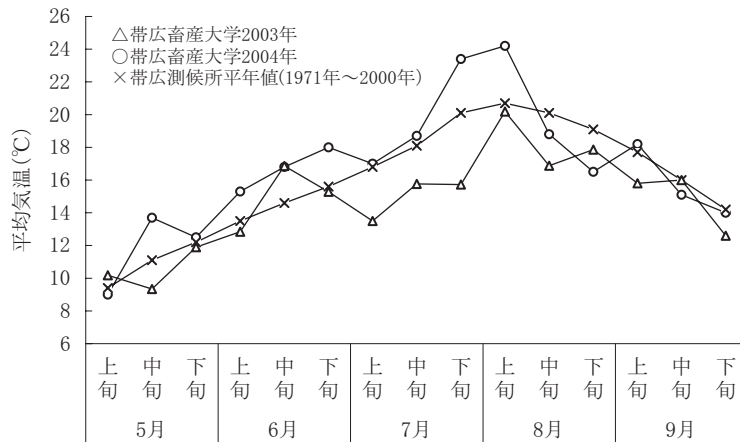
と子実重を測定した。

結 果

1. 生育経過

2003年は低温年で、2004年は高温年であった。試験圃場の5月から9月までの積算温度は2003年が2252°Cで、2004年の2565°Cより313°C低かった。両年の旬別平均気温を比較すると、2003年は5月上旬と6月中旬を除いて平年値より低く、一方、2004年は8月と9月の中・下旬を除いて平年値より高かった(第2図)。2004年には両品種とも7月1日区(播種日V)と7月15日区(播種日VI)で初霜により成熟(熟莢率70%)に達しなかったが、2003年にはしゅまりがこの2区に加えて6月5日区(播種日III)と6月19日区(播種日IV)でも成熟に達しなかった。十勝地方の標準播種日である5月20日(播種日II)から開花日までの日数は両年とも同じでエリモショウズが65日、しゅまりが64日であった。播種日が遅くなるにつれて播種から出芽、開花および成熟までの日数が短くなった(第1表)。

開花期における個体重とLAIは両年で著しく異なった



第2図 試験圃場の旬別平均気温。

第1表 播種から出芽、開花および成熟までの日数。

品 種	エリモショウズ						しゅまり					
	出芽		開花		成熟		出芽		開花		成熟	
時 期	03	04	03	04	03	04	03	04	03	04	03	04
年 次	03	04	03	04	03	04	03	04	03	04	03	04
播種日												
I (5/6)	24.0	20.3	77.3	74.7	135.6	115.0	23.0	18.0	76.3	74.3	148.3	124.7
II (5/20)	14.7	14.7	64.7	65.0	123.3	109.7	14.3	13.7	64.3	63.7	136.3	121.0
III (6/5)	10.3	13.3	62.7	58.7	118.3	109.0	10.7	13.0	61.7	58.7	—	118.0
IV (6/19)	8.7	7.7	61.3	52.0	106.7	105.0	9.3	8.3	58.0	50.7	—	113.0
V (7/1)	11.0	9.0	60.0	44.7	—	—	11.0	9.0	59.3	44.3	—	—
VI (7/15)	12.0	7.0	59.0	42.7	—	—	12.0	7.0	57.0	43.0	—	—
平 均	13.4	12.0	64.2	56.3	121.0	109.7	13.4	11.5	62.8	55.8	142.3	119.2
分散分析												
播種日間	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
LSD(0.05)	0.79	1.45	1.8	1.22	2.03	1.15	0.64	0.58	1.18	1.47	0.58	2.48

\*\*は1%水準で有意。

第2表 開花期における個体乾物重とLAIおよび成熟期における個体乾物重と個体当たり子実重.

時期 形質	開花期								成熟期							
	個体重(g)				LAI				個体重(g)				子実重(g)			
品種	エリモシヨウズ		しゅまり		エリモシヨウズ		しゅまり		エリモシヨウズ		しゅまり		エリモシヨウズ		しゅまり	
年次	03	04	03	04	03	04	03	04	03	04	03	04	03	04	03	04
播種日																
I	4.6	17.3	4.4	18.5	0.9	4.2	0.9	4.5	16.2	57.6	27.3	72.1	8.4	32.7	14.6	39.4
II	5.7	20.8	7.1	19.5	1.2	5.8	1.6	5.7	18.4	65.2	26.7	83.4	9.4	37.9	15.2	48.2
III	8.0	18.0	7.3	23.1	1.7	4.6	1.6	6.6	7.2	54.1	10.0	55.7	3.0	32.4	3.3	33.1
IV	6.5	18.2	6.8	22.2	1.0	4.2	1.1	5.1	5.2	45.3	6.6	47.1	2.3	29.7	1.7	29.0
V	3.9	10.1	4.7	14.2	0.7	2.2	0.8	3.4	2.7	32.4	4.0	31.0	0.4	16.0	0.6	10.9
VI	3.7	6.5	5.2	11.1	0.6	1.3	0.9	2.4	1.8	13.2	2.2	16.4	0.0	2.8	0.0	1.5
平均	5.4	15.1	5.9	18.1	1.0	3.7	1.2	4.6	8.6	44.6	12.8	51.0	3.9	25.2	5.9	27.0
分散分析																
播種日間	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
LSD(0.05)	1.11	9.88	2.26	5.65	0.26	1.25	0.49	1.49	4.27	6.72	4.66	10.4	2.36	3.79	2.60	10.1

播種日 I ~ VI は第1表と同じ。\*\*は1%水準で有意。

(第2表). 2003年の個体重の平均値はエリモシヨウズとしゅまりがそれぞれ5.4gと5.9gであったのに対し、2004年はそれぞれ15.1gと18.1gであった。LAIの平均値は、2003年のエリモシヨウズが1.0、しゅまりが1.2に対し、2004年は前者が3.7、後者が4.6と3.7倍以上の差があった。両年を通してLAIが最大となったのはエリモシヨウズでは2004年播種日IIの5.8、しゅまりでは2004年播種日IIIの6.6であった。

成熟期における個体重と個体当たり子実重は、2003なしゅまりの個体重を除き、両品種両年も播種日IIが最大で、播種日が遅くなるにつれ著しく減少した。開花期と成熟期に調査した4形質には播種日間に1%水準の有意な差があった(第2表)。

2. 葉位による葉面積と細胞面積の変化

第3表に葉位別の葉面積を示した。表中の数値は初生葉では2枚の単葉、第1~3葉では3枚の小葉の平均値で、かつ3反復の平均値である。葉位間の葉面積を比較すると、初生葉が最も小さく、葉位が上になるにつれて大きくなっ

た。2003年のエリモシヨウズ初生葉の面積は6播種日の平均で12.6cm<sup>2</sup>、しゅまりが13.1cm<sup>2</sup>で、第3葉はそれぞれ25.7cm<sup>2</sup>および29.2cm<sup>2</sup>であった。高温年2004年の葉面積は各葉位とも低温年2003年よりも大きくなったが、とくに両品種とも2004年播種日IVの第2葉が2003年に比べて最も大きくなり、エリモシヨウズでは15.4cm<sup>2</sup>が33.0cm<sup>2</sup>に、しゅまりでは16.9cm<sup>2</sup>が34.0cm<sup>2</sup>となった。

第4表に葉位別の細胞面積の階級別頻度(細胞数)、最小値、最大値および平均値を示した。第1図に示した通りアズキ表皮細胞の形は凹凸のある多角形である。最小値および最大値は実測値で、初生葉では大中小の3細胞×左右2箇所×2単葉×3反復×6播種日×2年間=432細胞、第1~3葉では2単葉が3小葉に代わって合計648細胞における値である。両品種とも初生葉で最小値と最大値が観測された。エリモシヨウズの最小値と最大値は191μm<sup>2</sup>と5615μm<sup>2</sup>、しゅまりはそれぞれ337μm<sup>2</sup>と6088μm<sup>2</sup>であった。191μm<sup>2</sup>は2003年播種日Iの細胞で、6088μm<sup>2</sup>は2004年播種日VIの細胞で観察された。両品種に共通して初生葉には4001μm<sup>2</sup>以上の細胞があったが、第1~3葉には

第3表 葉位別単葉および小葉面積(cm<sup>2</sup>)。

品種	エリモシヨウズ								しゅまり							
	初生葉		第1葉		第2葉		第3葉		初生葉		第1葉		第2葉		第3葉	
年次	03	04	03	04	03	04	03	04	03	04	03	04	03	04	03	04
播種日																
I	7.5	9.3	9.0	12.6	15.7	15.7	20.3	51.1	8.7	9.8	9.4	11.5	17.7	17.7	22.7	45.7
II	8.8	13.1	12.6	18.9	17.8	30.9	25.5	45.5	10.6	11.9	12.5	18.5	18.1	28.8	26.6	43.6
III	11.4	15.0	11.4	19.2	18.2	29.0	27.2	38.8	11.8	16.1	11.7	17.7	19.2	30.0	28.3	44.8
IV	12.9	18.8	13.1	16.6	15.4	33.0	25.4	38.6	12.7	19.5	12.8	16.7	16.9	34.0	30.7	37.9
V	15.4	21.7	15.9	16.1	26.0	30.0	28.8	45.6	15.6	21.0	17.4	17.2	28.7	33.2	34.1	49.0
VI	19.5	22.0	20.4	15.4	22.2	22.8	27.2	34.7	19.3	19.7	21.6	16.0	25.6	30.6	32.6	38.5
平均	12.6	16.7	13.7	16.5	19.2	26.9	25.7	42.4	13.1	16.3	14.2	16.3	21.0	29.1	29.2	43.3
分散分析																
播種日間	**	**	**	ns	**	**	ns	ns	**	**	**	ns	**	**	**	ns
LSD(0.05)	1.5	3.39	2.11	—	3.16	6.68	—	—	1.56	2.14	2.15	—	3.42	8.95	3.44	—

初生葉は2枚の単葉の平均値。第1~3葉は3枚の小葉の平均値。播種日 I ~ VI は第1表と同じ。\*\*は1%水準で有意。nsは有意差なし。

第4表 表皮細胞面積の葉位別頻度分布(細胞数)と最小,最大および平均値( $\mu\text{m}^2$ ).

品 種 葉 位	エリモシヨウズ				しゅまり			
	初生葉	第1葉	第2葉	第3葉	初生葉	第1葉	第2葉	第3葉
階級( $\mu\text{m}^2$ )								
~1000	61	118	119	129	50	182	152	151
1001~2000	174	440	434	414	163	391	435	428
2001~3000	125	86	92	104	147	71	61	69
3001~4000	53	4	3	1	62	4	—	—
4001~5000	14	—	—	—	8	—	—	—
5001~	5	—	—	—	2	—	—	—
調査細胞数	432	648	648	648	432	648	648	648
最小値	191	487	521	535	337	474	562	569
最大値	5615	3343	3476	3069	6088	3435	2885	2843
平均値	2903	1915	1998	1802	3212	1954	1723	1706

第5表 葉位別平均細胞面積( $\mu\text{m}^2$ ).

品 種 葉 位	エリモシヨウズ				しゅまり											
	初生葉		第1葉		第2葉		第3葉		初生葉		第1葉		第2葉		第3葉	
年 次	03	04	03	04	03	04	03	04	03	04	03	04	03	04	03	04
播種日																
I	922	1847	1222	1306	1207	1761	1148	1761	929	2001	990	1206	1213	1542	1329	1580
II	1082	2411	1165	1772	1066	1672	1462	1614	1048	2369	1077	1847	1173	1545	1382	1562
III	1101	2519	1174	1595	1228	1690	1215	1663	1333	2443	963	1705	1152	1514	1114	1614
IV	1367	2575	1245	1589	1092	1656	1265	1616	1922	2531	1018	1526	1038	1533	1154	1506
V	2019	2753	1299	1626	1161	1835	1215	1752	2334	2729	1272	1591	1085	1625	1115	1530
VI	2368	3454	1498	1976	1408	1883	891	1765	2510	2853	1315	1760	1247	1604	849	1533
平 均	1477	2593	1267	1643	1194	1750	1199	1693	1679	2488	1106	1606	1151	1561	1157	1554
分散分析																
播種日間	**	**	**	**	**	ns	**	ns	**	**	**	**	**	ns	**	ns
LSD (0.05)	327	473	154	306	184	—	191	—	446	343	144	301	124	—	105	—

播種日 I ~ VI は第1表と同じ. \*\* は1%水準で有意. ns は有意差なし.

3500  $\mu\text{m}^2$  以上の細胞はなかった.

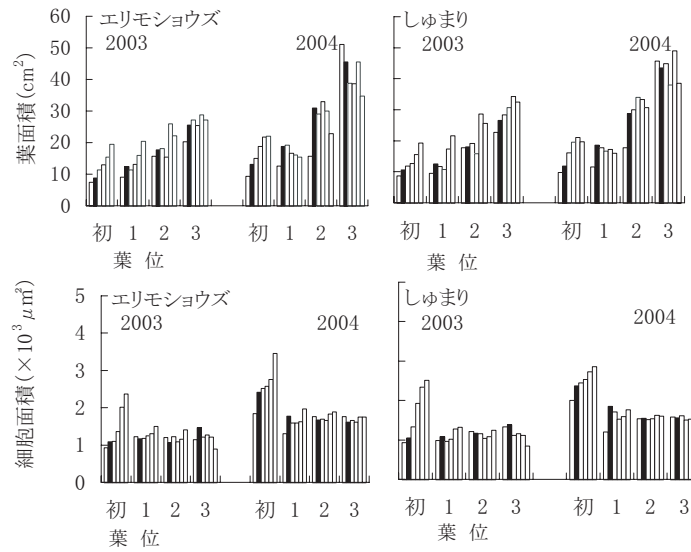
第5表に単葉および小葉単位での細胞面積の平均値を示した. 6播種日の平均値は, 初生葉が第1~3葉よりも大きく, 第1~3葉間にはほとんど差がなかった. 両品種とも2004年が2003年より大きかった. 2003年のエリモシヨウズ初生葉の細胞面積は6播種日の平均値で1477  $\mu\text{m}^2$ であったのに対して, 第1~3葉の細胞面積は1267  $\mu\text{m}^2$  (初生葉の86%), 1194  $\mu\text{m}^2$  (同81%) および1199  $\mu\text{m}^2$  (同81%) と初生葉の86%以下であった. しゅまりにおいても同じ傾向が見られ, 初生葉, 第1~3葉の細胞面積はそれぞれ1679  $\mu\text{m}^2$ , 1106  $\mu\text{m}^2$  (初生葉の66%), 1151  $\mu\text{m}^2$  (同69%) および1157  $\mu\text{m}^2$  (同69%) と第1~3葉は初生葉の69%以下であった. 播種日間には, 両品種とも2004年の第2葉と第3葉では有意差はなかったが, これら以外の年次および葉位では1%水準で有意な差があった. エリモシヨウズ2003年の第3葉としゅまりの2003年第3葉および2004年の第1葉を除き, いずれの年次および葉位でも播種日VIの細胞面積が最大であった.

### 3. 播種日による葉面積と細胞面積の変化

初生葉の葉面積は一部を除き播種日が遅くなるほど増加した(第3表, 第3図). このことは2年間両品種に共通

してみられた. 2003年のエリモシヨウズ初生葉の面積は播種日Iが最も小さくて7.5  $\text{cm}^2$ , 播種日VIが最も大きく19.5  $\text{cm}^2$ であった. 2004年では9.3  $\text{cm}^2$  (播種日I) が最小で, 22.0  $\text{cm}^2$  (播種日VI) が最大であった. しゅまりでは両年とも播種日Iが8.7  $\text{cm}^2$  (2003年) と9.8  $\text{cm}^2$  (2004年) で最小であったが, 最大は2003年が播種日VIの19.3  $\text{cm}^2$ , 2004年では播種日VIではなく播種日Vの21.0  $\text{cm}^2$ であった. 一方, 第1~3葉は初生葉と異なる傾向を示した. 低温年の2003年には初生葉と同じく播種日が遅くなるにつれて第1~3葉の面積は増加したが, 高温年の2004年には両品種とも播種日が遅くなっても葉面積は必ずしも増加しなかった. 2004年にエリモシヨウズの葉面積が最大となった播種日は, 第1葉では播種日III, 第2葉では播種日IV, 第3葉では播種日Iであった. しゅまりで第1, 2および3葉の葉面積が最大になったのはそれぞれ播種日II, IVおよびVであった.

初生葉の細胞面積は播種日によって顕著な変化を示し, 播種日が遅くなるほど大きくなった(第5表, 第3図). 2003年にエリモシヨウズ初生葉の細胞面積は播種日Iの922  $\mu\text{m}^2$  から播種日VIの2368  $\mu\text{m}^2$  まで直線的に増加した. しゅまりも同様に播種日Iの929  $\mu\text{m}^2$  が播種日VIでは2510  $\mu\text{m}^2$  となった. 2004年のエリモシヨウズでは1847  $\mu\text{m}^2$  (播



第3図 播種日による葉面積と細胞面積の変化。  
棒グラフの左から播種日 I, II, III, IV, V, VI, ■は5月20日播種。

種日 I) が  $3454 \mu\text{m}^2$  (同VI) に、しゅまりでは  $2001 \mu\text{m}^2$  (同 I) が  $2853 \mu\text{m}^2$  (同VI) といずれも直線的に大きくなった。一方、第1~3葉では両品種とも、2004年の第2葉と第3葉を除き、播種日間に有意な差はあったが、初生葉のように播種日が遅くなるほど細胞面積が大きくなるとは限らなかった。エリモシヨウズでは、2003年の第3葉を除き、細胞面積が最大となったのは各葉位、両年とも播種日VIであったが、最小は葉位と年次で異なった。2003年の第3葉では最小が播種日VIの  $891 \mu\text{m}^2$ 、最大が播種日IIの  $1462 \mu\text{m}^2$  であった。しゅまりでも2003年の第3葉で同じ結果が観察され、最小は播種日VIで、最大は播種日IIであった。

しゅまりの第1~3葉の細胞面積は2003年が  $849 \sim 1382 \mu\text{m}^2$  と2004年の  $1206 \sim 1847 \mu\text{m}^2$  より小さかったが、両年とも播種日による変化に特定の傾向はなかった。

#### 4. 葉面積と葉長、葉幅および細胞面積との関係

葉長および葉幅と葉面積には高い正の相関がみられた。すべての品種、葉位および年次で相関係数が0.767以上の有意な相関関係を示した(第6表)。一方、細胞面積と葉面積には、初生葉では相関係数が0.679~0.924の高い正の相関があったが、第1~3葉では一部を除き有意な相関はなかった。第1葉では両品種とも2003年に有意な正の相関を示したが、2004年には有意ではなかった。第2葉および第3葉では、しゅまりの第3葉が2003年に有意な負

第6表 葉面積と葉長、葉幅および細胞面積との相関係数。

品種	葉位	年次	葉長	葉幅	細胞面積
エリモシヨウズ					
初生葉	初	03	0.983**	0.991**	0.924**
		04	0.949**	0.979**	0.783**
第1葉	1	03	0.924**	0.963**	0.513**
		04	0.889**	0.898**	0.224 <sup>ns</sup>
第2葉	2	03	0.952**	0.977**	0.248 <sup>ns</sup>
		04	0.930**	0.913**	-0.131 <sup>ns</sup>
第3葉	3	03	0.947**	0.959**	0.031 <sup>ns</sup>
		04	0.943**	0.949**	0.052 <sup>ns</sup>
しゅまり					
初生葉	初	03	0.979**	0.985**	0.865**
		04	0.951**	0.984**	0.679**
第1葉	1	03	0.928**	0.963**	0.688**
		04	0.767**	0.888**	0.256 <sup>ns</sup>
第2葉	2	03	0.964**	0.981**	-0.018 <sup>ns</sup>
		04	0.910**	0.941**	0.221 <sup>ns</sup>
第3葉	3	03	0.870**	0.899**	-0.427**
		04	0.836**	0.924**	-0.108 <sup>ns</sup>

\*\*は1%水準で有意。nsは有意差なし。

第7表 葉面積に対する葉長と葉幅の標準偏回帰係数。

品種	葉位	年次	葉長(A)	葉幅(B)	A/B
エリモシヨウズ					
初生葉	初	03	0.375	0.628	0.60
		04	0.332	0.676	0.49
第1葉	1	03	0.415	0.627	0.66
		04	0.509	0.540	0.94
第2葉	2	03	0.375	0.639	0.59
		04	0.557	0.433	1.29
第3葉	3	03	0.466	0.556	0.84
		04	0.481	0.528	0.91
しゅまり					
初生葉	初	03	0.405	0.595	0.68
		04	0.298	0.710	0.42
第1葉	1	03	0.414	0.620	0.67
		04	0.300	0.682	0.44
第2葉	2	03	0.395	0.615	0.64
		04	0.410	0.599	0.68
第3葉	3	03	0.402	0.567	0.71
		04	0.315	0.685	0.46

の相関を示した他には有意な相関はなかった。

葉面積に対する葉長と葉幅の標準偏回帰係数は、葉長が0.298~0.557, 葉幅が0.433~0.710であった(第7表)。2004年のエリモショウズ第2葉で葉長の係数が0.577と葉幅の0.433を上回った他は、2品種、2年間のいずれの葉においても葉幅の値が葉長より高かった。これらの結果は供試したアズキ品種では葉形に対して縦方向より横方向への伸長の効果が大きいことを示している。

## 考 察

アズキの葉形は大別して円葉型と剣先型に分類されるが(高橋・福山 1917), 本研究で供試したエリモショウズとしゅまりはいずれも円葉型である。調査した表皮細胞の形は凹凸のある多角形で、プラントオパール分類の anticlinal type (Piperno 1987) または「はめ絵パズル状」(近藤 2004) に該当した。このため細胞面積の測定は通常の光学顕微鏡や実体顕微鏡では困難であり、またこれまでアズキの細胞面積についての報告は見当たらない。しかし、近年開発されたデジタルマイクロスコープを用いると容易かつ正確に面積を測定することが可能である。著者らはアズキと同時にダイズとインゲンマメの初生葉および第1~3葉について表皮細胞の面積を測定した(沢田ら 2004)。ダイズとインゲンマメの細胞はアズキに類似した形をしており、ダイズの細胞面積の平均は1393  $\mu\text{m}^2$  で、インゲンマメでは2769  $\mu\text{m}^2$  であった。これに対して、アズキでは1861  $\mu\text{m}^2$  とダイズとインゲンマメの間であった。

播種日を変えると初生葉の葉面積と細胞面積のみが2品種・2年間を通して一定の傾向を示した。すなわち、初生葉では播種日が遅くなるにつれて葉面積と細胞面積が大きくなった。とくに細胞面積は播種日によって大きく変化した。しかし、第1~3葉では年次によって異なり、播種日間にこの傾向はみられなかった。このことは初生葉の細胞数は第1~3葉とは異なり種子の段階で決まっていた、発芽後に細胞数は増加せず細胞面積だけが気温の影響を受けて大きくなったと考えられた。初生葉には第1~3葉では観察されなかった4001  $\mu\text{m}^2$  以上の大きな細胞が含まれていたことと、初生葉でのみ細胞面積が葉面積と有意な ( $p < 0.01$ ) 正の相関関係にあったことから首肯されるが、この点についてはさらに実験を行って検証する必要がある。

北海道で栽培されているマメ類のなかにはインゲンマメ品種大正金時のように初生葉の面積が本葉1~3葉の面積よりも特徴的に大きいものもあるが(沢田ら 2004), 一般的にはアズキ、ダイズおよびインゲンマメの葉は初生葉から始まって葉位が上になるほど大きくなる(山内 1964, 後木・山川 1978)。本研究では高温年には低温年よりも葉面積が大きくなったが、この規則性は変わらなかった。また、播種日を変えた場合にも一部を除き同様であった。これらのことはアズキの葉面形成が遺伝的に強く制御されている

ことを示している。

一般に植物の葉形は、1) 葉原基の形、2) 細胞分裂の数と場所および方向、3) 細胞の伸長量と方向によって決定される(Wareing and Phillips 1983)。Tsukaya (1995) は、縦および横方向への細胞の伸長は互いに独立な別の遺伝子によって制御されていることを明らかにしている。本研究の結果で、葉面積に対する葉幅の標準偏回帰係数が葉長のそれより相対的に大きかったことは、アズキの初期葉面成長では横方向への伸長が縦方向の伸長より強く作用して葉形および葉面積が決められていることを示唆している。

寒冷地のアズキ生産を安定させるために初期生育が重要であることを先に述べたが、由田(2001)はアズキの初期生育が遅い要因として、地下子葉性と種子の難吸水性を指摘している。ダイズ、インゲンマメおよびアズキの近縁種であるリョクトウは地上子葉性であるのに対し、アズキは地下子葉性のため地上への突出力が弱い。また、アズキ種子は臍や種皮ではほとんど吸水されず種瘤に限られるために出芽が遅くなる(佐藤 1957)。さらに出芽後、初生葉と第1葉はその他の葉にくらべて最高葉面積に達するのに長い日数を必要とする(山内 1964)。これらの特性はいずれもアズキの植物学的特徴であり、その改善には遺伝的改良が必要である。また本研究の結果から、アズキの初期葉面成長は高温年に比べて低温年では細胞面積および葉面積が著しく減少することが示された。低温年においても葉面成長が減少しない遺伝的改良が必要であると考えられた。

## 引用文献

- 近藤錬三 2004. 植物ケイ酸体研究. ベドロジスト 48 (1) : 46-64.
- 村田吉平・成河智明・千葉一美・佐藤久泰・足立大山・松川勲 1985. あずき品種「エリモショウズ」の育成について. 北海道立農試集報 53 : 103-113.
- 村田吉平 2003. 北海道におけるアズキ育種の現状. 海妻矩彦・喜多村啓介・酒井真次編「わが国における食用マメ類の研究」中央農業総合研究センター, 東京, 227-230.
- 中世古公男・後藤寛治・浅沼興一郎 1979. 大豆, 小豆, 菜豆の生産生態に関する比較作物学的研究. 第1報疎植条件下における乾物生産過程の差異. 日作紀 48 : 82-91.
- 成河智明・三浦豊雄・松川勲 1970. 豆類の耐冷性に関する研究. 第1報低温と遮光に対する反応. 北海道立農試集報 22 : 10-19.
- 農林水産省統計部 2004. 平成15年産作物統計. 農林統計協会, 東京, 214-217.
- Piperno, D.R. 1987. Phytolith analysis - An archaeological and ecological perspective. Academic Press, Inc. San Diego. 54.
- 佐藤次郎 1957. 豆科作物の種子に関する生理形態的研究. (1) 吸水部位について. 日作紀 25 : 180.
- 沢田壮兵・何寧・オユングレル・バチオチル・安藤圭子・山口雅之 2004. ダイズとインゲンマメにおける初期葉面成長. 育種・作物学会北海道談話会報 45 : 91-92.
- 高橋良直・福山甚之助 1917. 小豆の特性調査並に交配試験成績. 北海道農事試験報告 7:6.
- Tsukaya, H. 1995. Developmental genetics of leaf morphogenesis in

- dicotyledonous plants. *J. Plant Res.* 108 : 407–416.
- 後木利三・山川勉 1978. 北海道の畑作技術—豆類編—. 農業技術普及協会, 北海道. 47.
- Wareing, P.F. & L.D.J. Phillips 1983. 植物の成長と分化 (上) 古谷雅樹 監訳. 学会出版センター, 東京. 49.
- 由田宏一 2001. 作物としての小豆. 十勝農学談話会誌 42 : 13–22.
- 山内益夫 1963. 小豆の無機栄養に関する調査. 第1報窒素, 磷酸, 加里, 石灰の吸収について. 北海道立農試集報 13 : 91–98.
- 山内益夫 1964. 小豆の無機栄養に関する調査. 第2報主茎各葉位別葉の生育調査と窒素, 磷酸, 加りの行動について. 北海道立農試集報 14 : 68–79.

**The Growth of Leaf Surface in the Initial Growth Stage of Azuki Bean in Cool Weather Regions** : Ning HE, Souhei SAWADA, Kiyooki KATO and Michiyuki KOJIMA (*Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro 080-8555, Japan*)

**Abstract** : In azuki beans, the initial growth is important for stabilizing the azuki bean production in cool weather regions. In 2003 and 2004 the growth of leaf surface of the primary, first, second and third leaves was investigated in the field using two cultivars, Erimoshouzu and Shumari. Both cultivars were seeded six times at two-week intervals on the same days in both years. Leaf area was the smallest in the primary leaf and increased with ascending leaf position in both cultivars. The same tendency was observed irrespective of seeding date with a few exceptions in both years. The epidermal cells had a bumpy polygon shape. The area of each cell ranged from 191  $\mu\text{m}^2$  to 6088  $\mu\text{m}^2$ . The area of each epidermal cell on the primary leaf was larger than that in the other three leaves, and progressively increased with delaying seeding date; this tendency was not observed in the other leaves. The leaf area was highly correlated with leaf length and leaf width for all leaves, but there was no correlation between the leaf area and the area of each epidermal cell, except for the primary leaf. The correlation of leaf area with leaf width was higher than that with leaf length.

**Key words** : Azuki bean, Cell area, Initial growth, Leaf area, Primary leaf, Seeding date.

---