

ホウレンソウ品種の耐暑性実験

杉山信太郎・藤田 智

Experiment on Heat-Tolerance of Spinach Cultivars

緒 言

ホウレンソウは低温性の野菜で、秋から冬の期間の栽培は容易であるが、春から夏の期間の栽培は困難が多い。その困難の理由には、日長が長いので抽苔しやすいことと、高温・多湿の気候により多くの病気に侵されやすいことの他に、高温そのものによる耐暑性の弱さの問題がある。ところで食物としてのホウレンソウは重要な葉菜である上に、近年注目される緑黄色野菜の代表といわれ、その汁液の制ガン作用さえも明らかにされて、健康食品としての要望が強く、年間を通じての需要が増加している。このため、わが国では春夏作の問題を解決して、年間支障なく変動少なく生産できるようにすることが重要である。また近年タイ国など熱帯でもホウレンソウの栽培が望まれている。これらの理由から著者らはホウレンソウの耐暑性の研究をテーマに取り上げた。本論文では品種の耐暑性に焦点を絞って行なった実験結果について報告する。

著者の一人、杉山は1992年8月に台湾の南部にある高雄市の市場でホウレンソウが販売されているのを見たので、台湾の友人、張新吉博士に種子の入手を依頼したところ、台中農業試験場産の台湾在来種を送っていただくことができた。また1990年に杉山の娘がイランの友人に頼んでイランの市販種子を入手することができたので、これらの品種に日本の市販品種と、アカザ科の熱帯野菜としてフダンソウを加えて、1993年の冬から翌春にかけて、植物育成装置コンバイロン（高温区）と花卉部のご好意による温室（低温区）に栽培し、一定期間の植物体の生長から品種の耐暑性を測定した。

実験の材料および方法

1. 供試材料

- | | |
|-----------------|---------------|
| 1. 新日本 | サカタのタネ株式会社産 |
| 2. おかめ | タキイ種苗株式会社産 |
| 3. アクティブ | サカタのタネ株式会社産 |
| 4. 台湾在来 | 台中農業試験場産 |
| 5. イラン在来 | テヘラン市にて杉山春が購入 |
| 6. フダンソウ（青茎種）市販 | |

2. 方法

台湾在来が抽苔開花し易いので、日長の短い冬期の実験を試みた。1993年12月22日にまず種子を浸種し、発芽種子をプラグ苗盤で育て、1月13日に6品種の苗をシードパンに定植し（液耕、3反復）、1月15日から高温区と低温区の処理を行なった実験は、立枯病が続出したために中止し、材料の消毒を完全にして再出発することにした。このため、1994年1月22日種子をオーソサイド1000倍液に浸し、シャーレに置床して20℃の定温器で発芽させた。

栽培条件：シードパン（30×40cm）をオーソサイド1000倍液で消毒、培地はパーミキュライトとパーライトの1：1混合物、液肥ハイポネックス1000倍液を毎日灌水した。

1月29日、4つのシードパンに催芽種子を播種。1箱6列、1列1品種、品種はランダム配列で2シードパンにより2反復。すべての材料をを花卉部の温室に置いて苗の生長を促がした。

2月12日、苗を間引いて、1列（1品種）あたり10個体にした。シードパンを所定の温度条件に移して処理を開始した。

高温区：植物育成装置コンバイロンにより10時間日長、明期32℃、暗期25℃（温度はFujita et al. 1994による）。

低温区：花卉部の温室、暖房により室温10～20℃に調節、自然日長による短日条件。

調査項目：①幼苗の草丈、②最大葉面積指標（最大葉の葉身の長さとの積、cm²）、③収穫物の個体生体重。以上について生育の前期と後期の各1週間の生長量を測定した。

調査の時期：2月16日（項目②）、同19日（①）、同23日（②）、同26日（①）、3月2日（①、②、③）；1列10個体を5個体に間引き、間引いた個体の生体重）、同9日（①、②、③）；収穫物について）。

生育の前期と後期について各形質の高温区の7日間の生長量を低温区のそれで割った比率を耐暑性指数として品種の耐暑性を表わすことにした。

実験結果

調査を行なった2月16日から3月9日までの草丈と最大葉面積指標の生長の概要は図1、2のとおりで、全般に生育前期には台湾在来と新日本の生長が

優ったが、その他の品種の温度による影響は明らかでなかった。しかし生育後期になると品種と温度の関係は明らかになった。

生育前期、2月中下旬7日間の生長を見ると(表1)、低温区において、草丈は台湾在来と新日本が大きく、おかめとイラン在来が小さかった。最大葉面積指標でも台湾在来と新日本が大きく、イラン在来が最小でおかめが次いで小さい。高温区でも両形質について、台湾在来と新日本が大きく、おかめとイラン在来が小さかった。高温区の生長差を低温区の生長差で割った耐暑性指数は、草丈ではフダンソウ》おかめ>アクティブ>イラン在来>新日本》台湾在来の順であり、最大葉面積指標ではイラン在来>フダンソウ>アクティブ>新日本>台湾在来>おかめの順であった。このように生育前期には品種の耐暑性の特徴はまだそれほど明らかでなかった。

生育後期3月2日から9日の生長についてみると(表2, 図1~4), 草丈は低温区において、台湾在来がかけはなれて大きく、1週間の生長差は台湾在来》新日本>イラン在来>アクティブ>フダンソウ>おかめの順であった。高温区においてはやはり台湾在来がかけはなれて大きく、次いでフダンソウと新日本が大きい。1週間の生長の増加は台湾在

来》フダンソウ》アクティブ>新日本>イラン在来>おかめの順であった。高温期の生長差を低温期の生長差で割った耐暑性指数はフダンソウ》台湾在来》アクティブ》おかめ>新日本>イラン在来の順であった。最大葉面積指標は低温区において台湾在来と新日本が大きく、その増加(生長差)は台湾在来》新日本>フダンソウ》アクティブ>おかめ>イラン在来の順であった。高温区においてはフダンソウと台湾在来が大きく、その増加はフダンソウ》台湾在来》新日本》イラン在来>アクティブ>おかめの順であった。耐暑性指数は、フダンソウ》台湾在来>イラン在来》新日本>おかめ>アクティブの順であった。生体重は低温区において台湾在来について新日本が大きく、その増加は台湾在来》新日本>アクティブ>フダンソウ>おかめ>イラン在来の順であった。高温区においては台湾在来と新日本が大きく、その増加はフダンソウ>台湾在来》新日本>アクティブ>おかめ>イラン在来の順であった。耐暑性指数は、フダンソウ》台湾在来>イラン在来>おかめ>アクティブ>新日本の順であった。また3月9日には、台湾在来とイラン在来の高温区と低温区に、一部抽苔する個体がみられた(表2)。

表1. 生育前期7日間の草丈と最大葉面積指標の低温区と高温区における比較

項目	品種	低温区			高温区			耐暑性指数 (B/A)	順位
		2月19日	2月26日	差A	2月19日	2月26日	差B		
草丈 cm	新日本	5.53	9.35	3.82	6.88	8.94	2.06	0.539	5
	おかめ	4.05	6.38	2.33	4.58	6.04	1.46	0.627	2
	アクティブ	3.10	5.91	2.81	4.79	6.36	1.57	0.559	3
	台湾在来	5.39	9.53	4.14	7.35	8.96	1.61	0.389	6
	イラン在来	3.16	5.83	2.67	4.31	5.79	1.48	0.554	4
	フダンソウ	3.04	5.93	2.89	4.22	7.24	3.02	1.045	1
		2月16日	2月23日						
最大葉 面積 指標 cm ²	新日本	1.88	6.49	4.61	2.47	4.52	2.05	0.447	4
	おかめ	1.17	3.56	2.39	1.85	2.68	0.83	0.347	6
	アクティブ	1.25	3.71	2.46	1.82	2.97	1.15	0.467	3
	台湾在来	1.73	7.21	5.48	2.75	5.15	2.40	0.438	5
	イラン在来	0.94	2.47	1.53	0.91	1.93	1.02	0.667	1
	フダンソウ	0.38	3.93	3.55	1.20	3.06	1.86	0.524	2

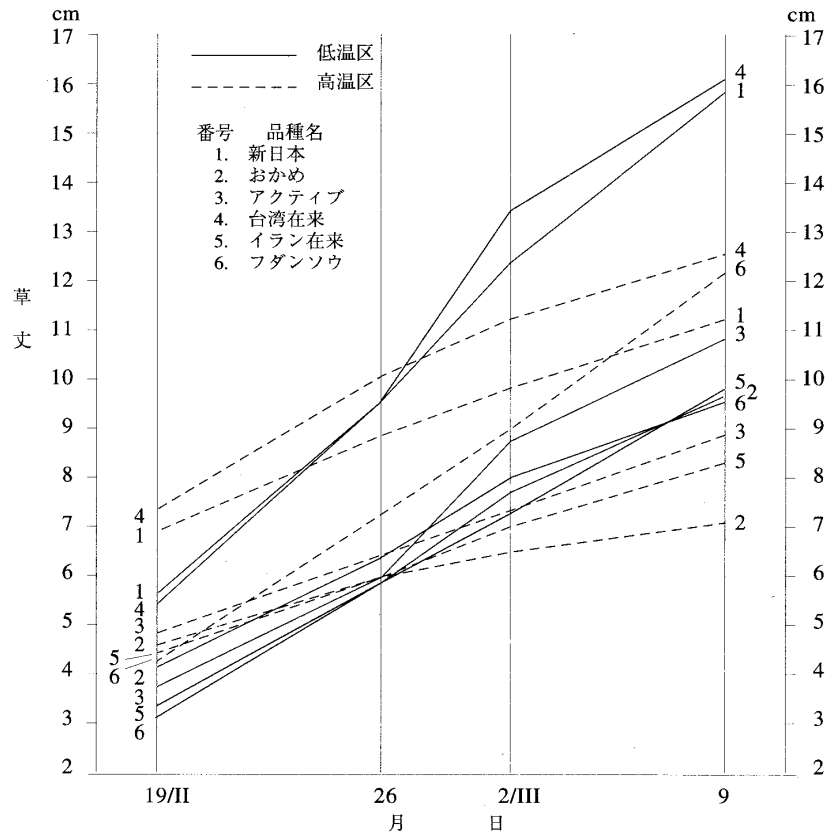


図1. 草丈の推移

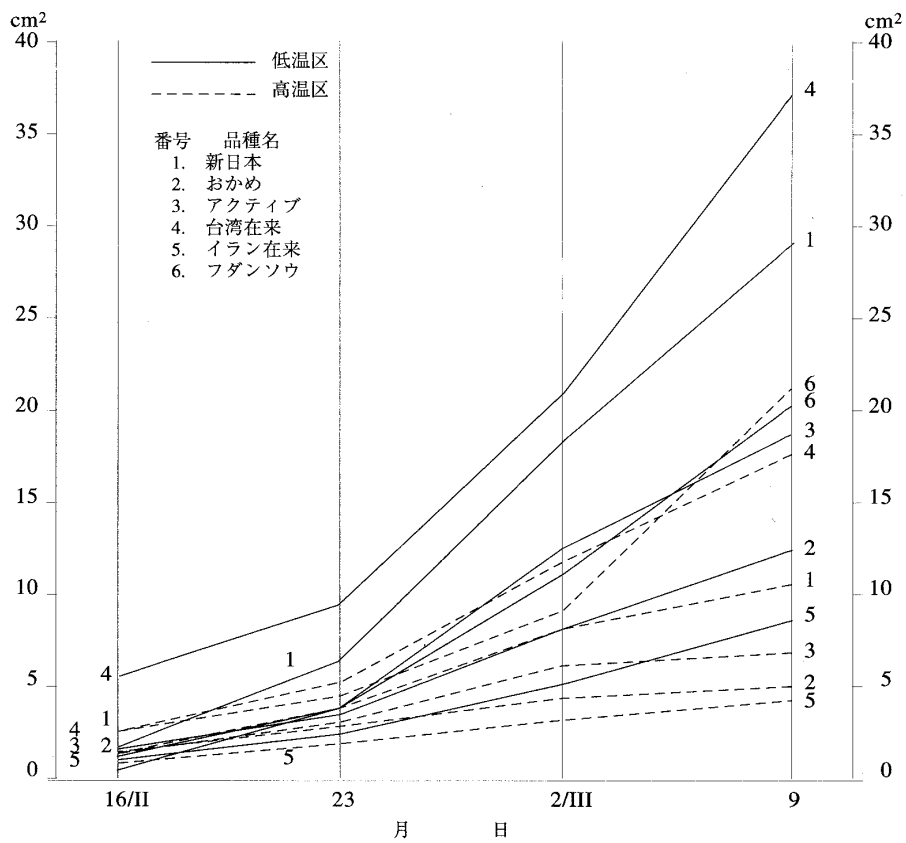


図2. 最大葉面積指標の推移

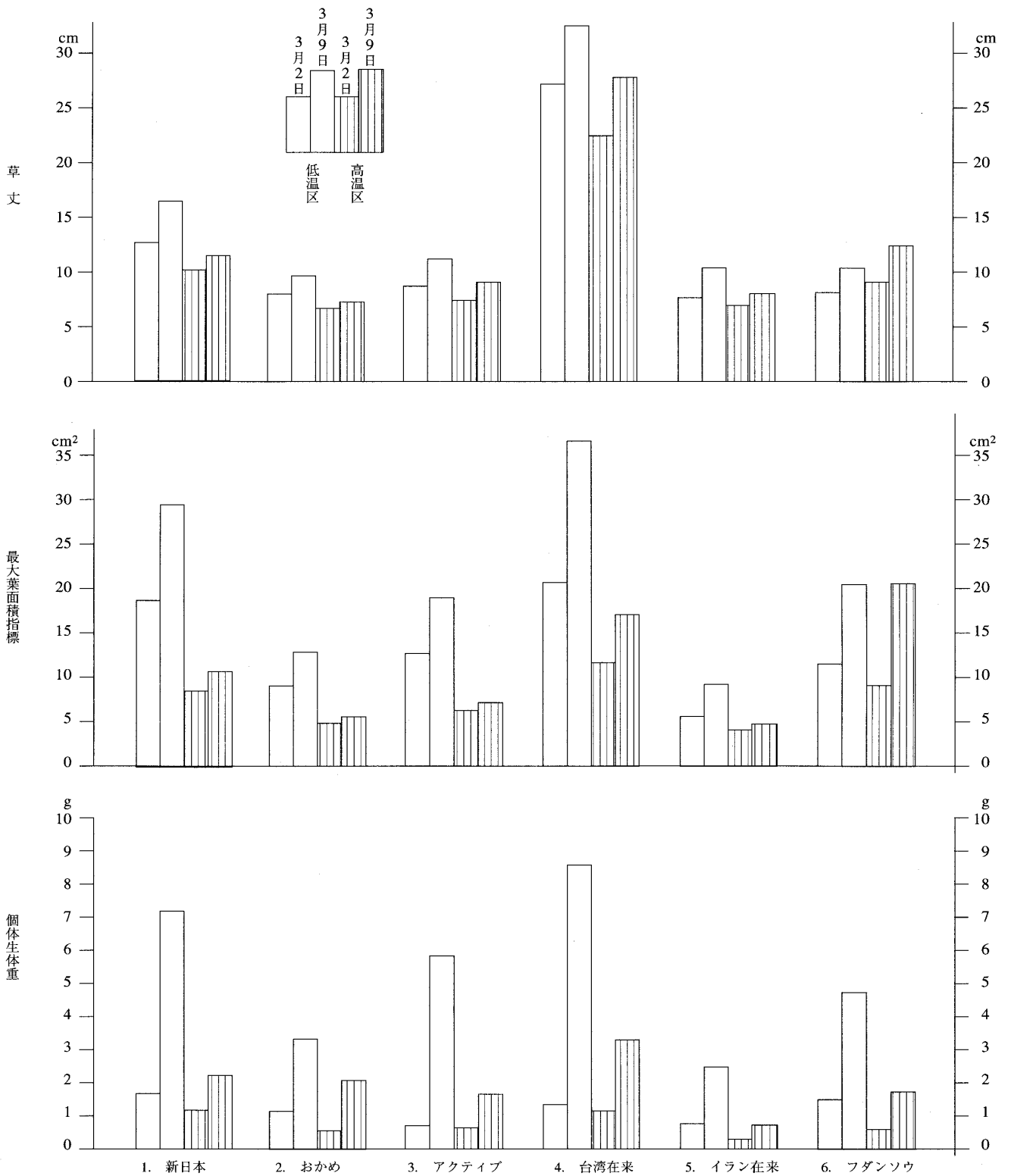


図3. 生育後期1週間における草丈，最大葉面積指標および個体生体重の比較

考 察

ホウレンソウの耐暑性に関係する研究で, Fujita et al. (1994)は本実験と類似の材料を用いて高温条件(昼32℃, 夜25℃)でフダンソウに次いで台湾在来が大きく生長し, 耐暑性を有すると述べた. また野口ら(1983)は高温の障害について実験し, 25℃以上で根の異状(褐変)が現われ初め, 35℃ほどまで生存しつつ障害を受けるが, 地上部より地下部の高温が強い影響を及ぼすという. 本実験で高温区のコンバイロンの加温は下方から地下部を暖めて, 昼32℃, 夜25℃の高温を与えており, 耐暑性の試験

として適当であったと言えよう. さらに片橋・織田(1983)は光合成能率から品種の耐暑性を比較しており, 光合成の適温は28℃付近で適温に品種間差は無いが, 台湾系の品種は光合成が低温域で低下し, 北欧系の品種は高温域で低下する傾向が見られたという.

本実験において生育前期の調査結果は植物体が余りに小さかったため, 品種の耐暑性は明らかでなかった. しかし台湾在来と新日本は低温区でも高温区でも草丈と葉面積が大きく生長しやすいことがわかる(表1, 図1, 2). 生育後期には品種の特徴は耐

表2. 生育後期7日間の草丈, 最大葉面積指標および生体重の低温区と高温区における比較

項目	品種	低温区			高温区			耐暑性指数 (B/A)	順位
		3月2日	3月9日	差A	3月2日	3月9日	差B		
草丈 cm	新日本	12.54	16.24	3.70	9.93	11.39	1.46	0.395	5
	おかめ	8.09	9.76	1.67	6.55	7.27	0.72	0.431	4
	アクティブ	8.78	11.10	2.32	7.42	9.12	1.70	0.733	3
	台湾在来	27.00	32.52	5.52*	22.52	27.78*	5.26	0.953	2
	イラン在来	7.31	10.11	2.80*	7.14	8.18*	1.04	0.371	6
	フダンソウ	7.79	9.79	2.00	9.03	12.40	3.37	1.685	1
最大葉 面積 指標 cm ²	新日本	18.71	29.40	10.69	8.21	10.72	2.51	0.235	4
	おかめ	8.39	12.55	4.16	4.47	5.19	0.72	0.173	5
	アクティブ	12.70	18.92	6.22	6.14	7.21	1.07	0.172	6
	台湾在来	21.26	37.33	16.07	11.91	17.86	5.95	0.370	2
	イラン在来	5.17	8.79	3.62	3.29	4.41	1.12	0.309	3
	フダンソウ	11.56	20.60	9.04	9.39	21.35	11.96	1.323	1
個体 生体重 g	新日本	1.70	7.26	5.56	1.14	2.29	1.15	0.207	6
	おかめ	1.23	3.50	2.27	0.66	1.15	0.49	0.216	4
	アクティブ	0.88	5.85	4.97	0.55	1.61	1.06	0.213	5
	台湾在来	1.34	8.63	7.29	1.13	3.32	2.19	0.300	2
	イラン在来	0.69	2.35	1.66	0.34	0.79	0.45	0.271	3
	フダンソウ	1.39	4.71	3.32	0.60	1.76	2.32	0.699	1

*3月9日の抽苔率は, 台湾在来低温区³/10, 高温区⁴/10; イラン在来低温区¹/10, 高温区³/10。



図4. 3月9日 実験終了時の写真. 左低温区, 右高温区, 各シードパンとも左より
1. 新日本, 2. おかめ, 3. アクティブ, 4. 台湾在来, 5. イラン在来, 6. フダンソウ.

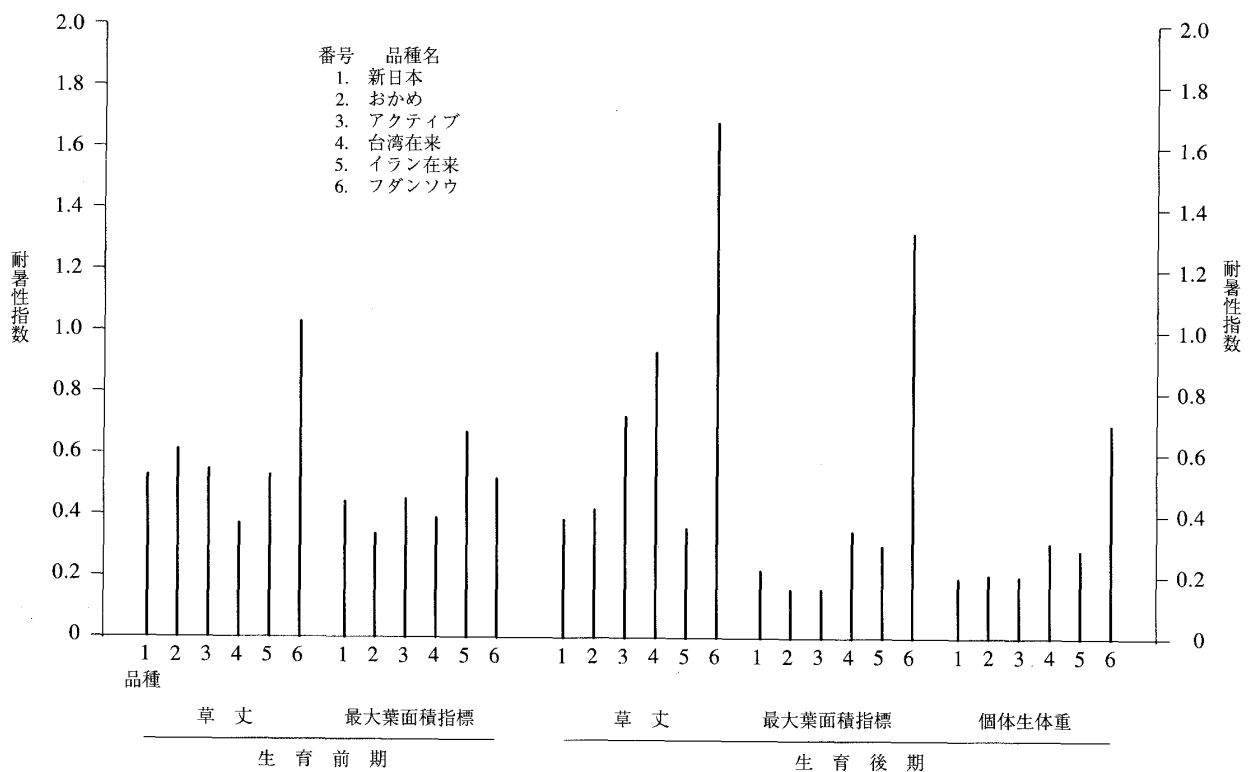


図5. 草丈, 最大葉面積指標および個体生体重の耐暑性指数

暑性を含めて明らかに見られた (表2, 図2~4). 台湾在来と新日本は低温区でも生長の大きい品種であり, 台湾在来の場合, 花成の限界日長が短いので, 杉山 (1990)の言う, やや短い長日条件による生長促進効果によることは明らかである. 新日本の生長の根拠は不明であるが, 台湾在来の高温条件での盛んな生育には耐暑性以外の要因も関係しているので, 単に高温条件の栽培だけで耐暑性を比較するのは不十分で, 本実験のように低温区と高温区の生長量の比率による耐暑性指数を取り上げる必要があると言えよう. しかし短日に感応しやすい台湾在来とイラン在来には一部に抽苔を始めた個体があり, また密植の影響もあって草丈のデータはやや乱れた.

耐暑性指数についてまとめると (図5), フダンソウが草丈, 葉の展開力および生体重においてかけはなれて大きいのは, 熱帯作物であることから当然である. ついでこの3形質において台湾在来が大きかったのは, 明らかにハウレンソウとして耐暑性に優ることを示すものである. またイラン在来も葉の展開力と生体重から見て, 台湾在来に次ぐ耐暑性を持つことが推定される. しかし結果の分散分析においてフダンソウの草丈は別として品種の有位差が見ら

れなかったのは, 実験の反復数が少なかったことによるであろう (表3.). 以上の耐暑性は光合成能力の差によるよりも (片橋・織田, 1983), 主として葉の展開力によるであろうことは本実験のデータからも推察できよう.

表3. 生育後期7日間の草丈, 最大葉面積指標および生体重の耐暑性指数の分散分析

項目	自由度	平均偏差平方		
		草丈	最大葉面積指標	生体重
品種	5	0.5242**	0.4964	0.0753
ブロック	1	0.0021	0.2057	0.0013
誤差	5	0.0346	0.1263	0.0161
LSD(0.05) ¹		0.793	1.514	0.542

1: LSDはTuckyの計算法による (育種ハンドブック, 1974).

** : 1%水準で有意.

以上の実験により栄養生長後期の草丈, 葉の展開力および体重の増加量から見て, 耐暑性は熱帯作物であるフダンソウが最大であり, ハウレンソウ品種としては台湾在来が明らかに大きく, ついで葉面積

の展開力と体重増加量からイラン在来がやや大きいと言えるであろう。これらの上位3品種・作物における葉の展開力と生体重の関係が注目される。

摘 要

ホウレンソウの内外5品種にフダンソウを加えた材料に対して、草丈、最大葉面積指標（最大葉の葉身長幅積）と個体生体重の生長を尺度にして耐暑性を比較した。生育前期の品種間差は明らかでなかったが、後期1週間の生長には品種間差が見られ、高温区（植物育成装置，昼間10時間32℃，夜間14時間25℃）の生長を低温区（ガラス温室，冬期自然日長，10～25℃に調節）の生長で割った耐暑性指数は，最大葉面積指標と個体生体重でフダンソウが最大で，台湾在来種がこれに次ぎ，イラン在来種がやや大きかった。個体重に見る耐暑性の差は葉の展開力と関係が深かった。

引用文献

1. Fujita, S., S.Sugiyama, M.Endo and I.Inada (1994) Evaluation of chard as the material for breeding of heat tolerant spinach by cultivation test (abstr.). Rept. 24th Intern. Hort. Congress, 051-1.
2. 松尾孝嶺監修, (1974) 育種ハンドブック 養賢堂.
3. 片橋久夫・織田弥三郎 (1983) 光合成からみたそ菜の耐暑性—ホウレンソウについて, 園学雑 52 別 2, 270-271.
4. 野口正樹・岩波寿・井上昭司 (1983) 高温環境がホウレンソウの生育及び生理的特性に及ぼす影響. 園学雑 62 別 2, 294-295.
5. 杉山信太郎 (1990) やや短い長日条件がホウレンソウの生長に及ぼす影響. 農業および園芸 65, 403-408.