

# フサザクラ (*Euptelea polyandra* Sieb. et Zucc.) における葉面積および葉形の太平洋側と日本海側の 比較

著者	池上 宙志, 沖津 進
著者別表示	Ikenoue Hiroyuki, Okitsu Susumu
雑誌名	植物地理・分類研究
巻	42
号	2
ページ	125-131
発行年	1995-02-25
URL	<a href="http://doi.org/10.24517/00055626">http://doi.org/10.24517/00055626</a>



池上宙志\*・沖津 進\*：フサザクラ (*Euptelea polyandra* Sieb. et Zucc.) における葉面積および葉形の太平洋側と日本海側の比較

Hiroyuki Ikenoue\* and Susumu Okitsu\* : Comparison of Leaf Area and Leaf Shape of *Euptelea polyandra* Sieb. et Zucc. between the Pacific Ocean Side and the Sea of Japan Side

Abstract

The geographical variation in leaf area and leaf shape of *Euptelea polyandra* Sieb. et Zucc., endemic to Japan, was studied in ten sample localities from Kinki to Kanto, between the Pacific Ocean Side and the Sea of Japan Side. Ten sample localities were clearly divided geographically into two major groups: West Japan group (Aichi and Mie), and East Japan group (remainder 8 localities). Three geographical groups were recognized within 8 East Japan groups; the Pacific Ocean Side, the Sea of Japan Side, and the intermediate ones. As reported in some other plants, within those groups the leaf area of the Sea of Japan Side is larger than that of the Pacific Ocean side. Leaf venation showed no clear geographical differences, suggesting fairly same number of lateral veins throughout all localities. The serration in Pacific Ocean Side was bigger than in Sea of Japan side. In the variation in leaf area and leaf shape, four geographical groups are recognized: Southern Japan, Kanto District, Sea of Japan side and the intermediate type.

**Key Words:** *Euptelea polyandra*, geographical variation, leaf area, leaf shape, Sea of Japan.

私たちは前報(池上・沖津 1993)で、大分、鳥取、神奈川、福島など太平洋側を中心に全国9地点で、フサザクラ (*Euptelea polyandra* Sieb. et Zucc.) の葉を対象に葉面積、葉幅長、実質葉身長、側脈数、最大鋸歯長など8形質について測定し、その地理的変異を検討した。その結果、フサザクラにおいても西日本から東日本にかけて葉面積が増加していた。また、側脈数は地域間でほとんど変化せず、葉幅は東日本の方が広いという結果を得た。葉の8形質の地理的変異に基づき、クラスター分析によって変異の地域的なまとまりを検討したところ、フサザクラの葉の形質変異は西日本と東日本の2つの大きなまとまりに分かれ、さらに西日本は太平洋側の中央構造線上の地域と中国地方とに分かれた。

西日本と東日本での違いとともに、わが国では太平洋側と日本海側での葉の形質の違いも顕著である。例えば、日本海側の落葉樹や草本植物は太平洋側のものと比較して葉が大型・広葉化し、さらに薄くなっていることが知られており、その例としてケナシヤブデマリ、ミヤマカワラハンノキ、マルバマ

ンサク、カメバヒキオコシ、マイヅルソウなどがある(堀田 1974)。フサザクラの場合にも、東日本の太平洋側と日本海側とで、これらと同様の変化がみられることが予想される。

そこで本報では、前報の内容に引き続き、東日本を中心に、フサザクラの葉面積と葉形について太平洋側と日本海側との違いを検討した。

調査地と方法

(1) 調査地

前報で欠けていた東日本の日本海側での葉形と葉面積を明らかにし、太平洋側のもとと比較するため、東日本を中心に調査地を設定した。太平洋側から日本海側に向けて間隔がおおむね均等になるように、三重・滋賀・岐阜・愛知・神奈川・千葉・富山・長野・群馬・栃木の10地点に調査地を設定した(Fig. 1)。このうち、三重、岐阜、神奈川の3地点は前報でも調査した地点である。ただし、葉の採取年が違うことにより(前報 1992年、本報 1993年)、葉面積などの測定値が異なる可能性があるため、本報では

\*〒 271 松戸市松戸 648 千葉大学園芸学部 Faculty of Horticulture, Chiba University, 648 Matsudo, Chiba 271, Japan

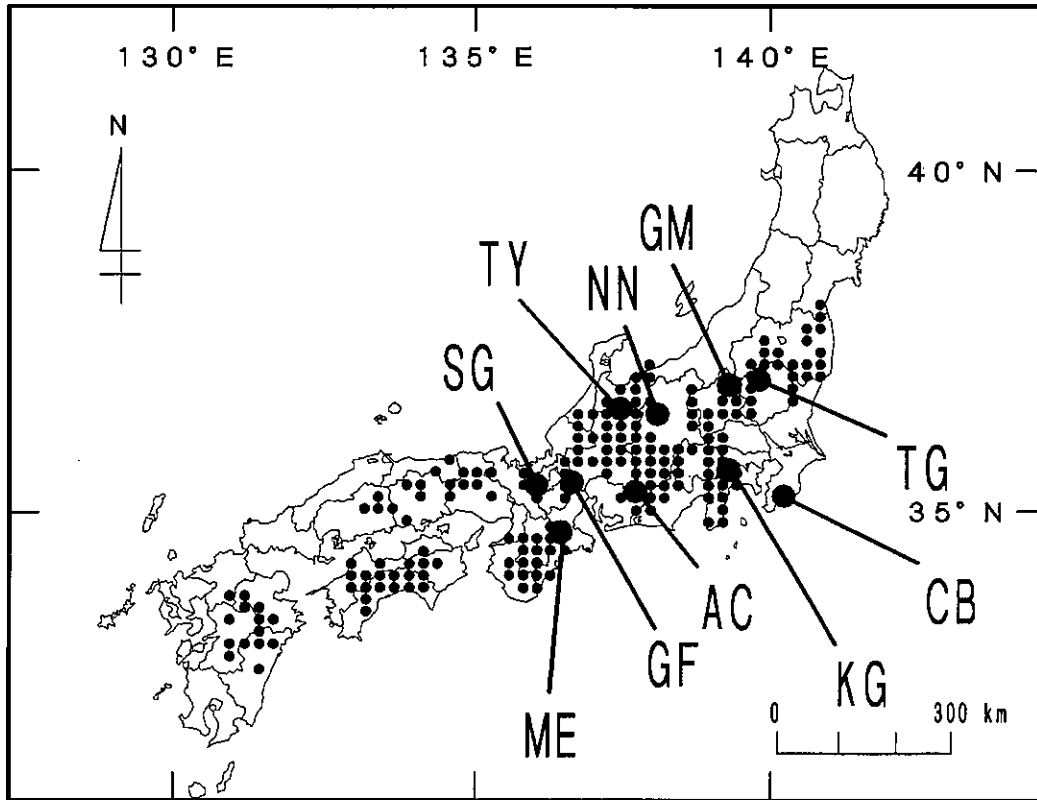


Fig. 1. Geographical distribution of *Euptelea polyandra* Sieb. et Zucc. (Horikawa, 1972) and ten sample localities. Small dots show the horizontal distribution of *E. polyandra* and large dots show the sample localities. Abbreviations annexed to the large dots indicate the name of the sample localities. AC: Tsugu village, Aichi. ME: Iitaka town, Mie. KG: Yamakita town, Kanagawa. CB: Amatsukominato town, Chiba. GF: Kamiishidu town, Gifu. GM: Kawaba village, Gunma. TG: Fujiwara town, Tochigi. SG: Otsu city, Shiga. NN: Hotaka town, Nagano. TY: Hosoiri village, Toyama.

Table 1. Outline of the sample localities

Sample Localities(Abbreviation)	Sampling Date	Altitude (m)	Mean annual temperature (°C)*	Number of sample trees (N)	Number of sample leaves (N)
Aichi(AC): Tsugu village	1993. 8.20	964	9.8	20	395
Mie(ME): Iitaka town	1993. 8.21	345	14.0	15	276
Kanagawa(KG): Yamakita town	1993.10. 3	422	13.8	15	286
Chiba(CB): Amatsukominato town	1993.10.24	206	14.5	14	288
Gifu(GF): Kamiishidu town	1993. 8.22	316	13.6	11	160
Gunma(GM): Kawaba village	1993. 9.29	907	9.6	21	406
Tochigi(TG): Fujiwara town	1993. 9.30	719	10.0	23	390
Shiga(SG): Otsu city	1993. 9.22	413	12.6	11	257
Nagano(NN): Hotaka town	1993. 9.25	929	9.8	19	339
Toyama(TY): Hosoiri village	1993. 9.23	386	11.6	19	368

\*Estimated value from the nearest meteorological station by the lapse rate of  $-0.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ .

本年新たに採取した葉のデータを使用した。調査地の地名、標高、推定平均気温などをTable 1に示す。

調査地の立地環境は、前報同様に、光条件のよいフサザクラの若齢木がまとまって存在する開けた溪流沿いとして、全体を統一した。このため、調査地間での立地環境の違いはほとんどない。

## (2) 調査方法

前報同様に、各調査地域において、他の木本植物などに被陰されていないフサザクラを調査対象として、葉を採取した。採取の対象となるフサザクラの樹高は約4 mまでとし、場所によっては樹高8 mまでの日当たりのよい個体も含めた。

葉の採取部位は基本的に最頂端部の長枝の当年枝部分とし、一枝につき面積の大きい方から5~6枚の葉を採取した。1本の木につき4枚、1調査地につき、11~23本の樹木個体から葉を採取した。1調査地での採取葉数は160~406である(Table 1)。採取した葉はその場で押し葉にし、研究室に持ち帰り乾燥させた。

乾燥葉について、次の項目を測定した(前報Fig. 2参照)：葉長(Leaf Length: LL)、葉幅長(Blade Width: BW)、葉身長(Blade Length: BL)、葉身長から頂部を除いた部分の実質葉身長(Substantial Blade Length: SBL)、葉柄長(Petiole Length: PL)、鋸歯長(Serration Length: SL)、および左右の側脈数(Lateral Veins: LV)。さらに、実質葉身長×葉幅長の値を相対葉面積(Relative Leaf Area: RLA)として実際の葉面積を近似させた。これは、前報でも記したように、実質葉身長×葉幅長と、葉面積計で測定した葉面積との間に $r=0.99$ (測定葉数150枚)の極めて高い正の相関が得られたためである。以後、本報では相対葉面積を実際の葉面積の代わりとする。側脈数は、左右の値を平均して平均側脈数(Mean Number of Lateral Veins: MNV)として解析に用いた。

## 結 果

### (1) 葉の形質変異の地域的なまとまり

測定結果をTable 2に示す。測定葉の8形質の地理的変異に基づき、前報と同様の方法によるクラスター分析によって変異の地域的なまとまりを検討した(Fig. 2)。ここでは、地域間の距離を表す量として標準化したユークリッド平方距離を用い、クラスター法としては最短距離法を用いた。

それらのまとまりを観察したところ、愛知と三重はそれぞれその他の地域とは異なったクラスターに分けられた。残りの8地域を実際の地理的まとまりとある程度対応するところで区分すると、千葉・神

奈川、岐阜・群馬・栃木、および滋賀・富山・長野の3つのまとまりに分けることができる。本報でも前報同様に西日本と東日本の大きなクラスターにまず分けられた。ここでの愛知と三重は前報における西日本のクラスターに位置づけられる。残り8地域はすべて前報における東日本のクラスターに属する。このように、本報でも前報同様に西日本の愛知と三重はその他の東日本の地域と大きくクラスターが分かれ、この両地域でフサザクラの葉の形質がはっきりと異なることが確認できる。東日本の中では太平洋側に位置する千葉・神奈川、日本海側に位置する滋賀・富山・長野、そして両者の中間に位置する岐阜・群馬・栃木がそれぞれひとつのまとまりを形成しており、クラスター分析によって分けられた地点は、地理分布の上からもまとまっていることがわかる。フサザクラの葉面積、葉形は一定の広がりを持った地域ごとにほぼまとまって変異しているといえる。

以下では、この地域区分に沿って、葉の形質の地理的変異を検討する。ここでは東日本における太平洋側と日本海側の葉の形質の比較を目的とするため、愛知・三重は以後の検討から除外した。これは、先に述べたように、この両者は東日本8地点とは別のクラスターに属し、東日本とは葉の形質が大きく異なるためである。

### (2) 形質ごとの変異の程度の差異

Table 2に示された測定結果について、まず、各形質の地理的変異の有無を調べた。個葉を単位として、各調査地内の個体内、個体間、および調査地間の変異の程度をF検定で調べた(Table 3)。その結果、調査地内、調査地間ともに、全ての形質で危険率1%水準以下で有意な差が見られた。これは、同一調査地内での個葉間、個体間の変異を考慮しても、調査地間にはさらに有意な違いがあることを示す。すなわち、同一地域内での個葉間、個体間の変異を包括してなお、調査地域間には違いがみられる。この結果から、個葉を単位としてみた場合、今回測定した全ての形質には、変異の程度は異なるものの、それぞれ統計的には有意な地理的変異があるといえる。したがって、個葉を単位として、葉の形質の地域間の違いを議論することは可能である。

つぎに、各形質の変異の程度を検討した。各調査地の平均値のうちの最小値を最大値で割ることによって各形質の地域間の変異の程度を比較した(Table 2)。この値は0~1の間で変化し、値が大きいほど最小値と最大値との差が少なく、変異が小さいことを示す。8形質を相対的に変異の小さいものから大きいものへと並べると、平均側脈数

Table 2. Measurement (Mean±SD) of eight leaf characters of *Euptelea polyandra* in ten sample localities

Sample	Leaf characters							
	LL(cm)	PL(cm)	SBL(cm)	BW(cm)	RLA(cm <sup>2</sup> )	SL(cm)	MNV(N)	RLA/MNV
Aichi(AC)	16.49±1.90	4.07±0.54	10.10±1.52	10.27±1.57	105.93±31.77	0.88±0.28	9.12±1.04	11.61±3.19
Mie(ME)	18.22±2.38	4.07±0.47	11.66±1.89	10.88±2.08	130.39±46.08	0.65±0.31	9.94±1.12	12.98±3.80
Kanagawa(KG)	18.91±1.73	4.53±0.47	11.80±1.26	11.97±1.11	142.22±26.72	1.05±0.37	9.37±0.93	15.36±3.46
Chiba(CB)	18.42±1.69	4.35±0.64	11.31±1.34	12.19±1.48	139.35±31.31	1.26±0.39	9.22±0.90	15.13±3.12
Gifu(GF)	19.28±1.60	4.61±0.57	12.05±1.23	11.31±1.11	137.24±25.00	0.79±0.31	9.30±0.84	14.78±2.32
Gunma(GM)	18.87±1.98	4.76±0.59	11.49±1.39	10.98±1.32	127.47±28.75	0.83±0.34	9.10±0.99	14.06±3.06
Tochigi(TG)	18.72±1.88	4.36±0.55	11.94±1.38	11.56±1.13	139.09±28.00	0.82±0.35	9.67±1.00	14.43±2.79
Shiga(SG)	19.90±1.81	4.49±0.50	12.49±1.55	12.03±1.37	151.94±34.19	0.82±0.30	9.56±0.89	15.90±3.20
Nagano(NN)	20.82±2.30	4.64±0.53	13.06±1.83	12.29±1.29	162.12±36.65	0.88±0.32	9.82±1.08	16.81±4.96
Toyama(TY)	20.97±2.28	4.69±0.56	13.25±1.76	12.03±1.61	161.61±40.11	0.71±0.28	9.93±1.03	16.30±3.86
Minimum value/ maximum value	0.79	0.86	0.76	0.84	0.65	0.52	0.92	0.69

Abbreviations of the leaf characters are as follows: LL; Leaf Length, PL; Petiole Length, SBL; Substantial Blade Length, BW; Blade Width, RLA; Relative Leaf Area, SL; Serration Length, MNV; Mean Number of Lateral Veins, see also Table.3 and Fig. 3.

\*The ratio of the minimum value to the maximum value within the mean of each sample locality.

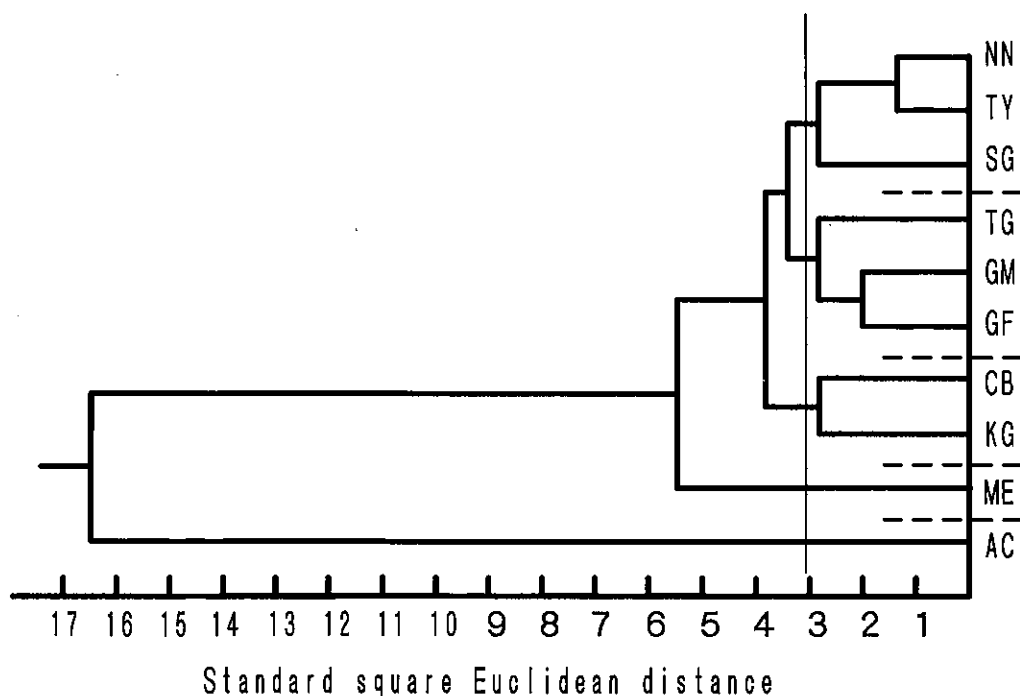


Fig. 2. A dendrogram of ten sample localities obtained by the nearest neighbor method using the standard squared Euclidean distance among ten localities with eight leaf characteristics presented in Table 2.

AC: Tsugu village, Aichi. ME: Iitaka town, Mie. KG: Yamakita town, Kanagawa. CB: Amatsukominato town, Chiba. GF: Kamiisidu town, Gifu. GM: Kawaba village, Gunma. TG: Fujiwara town, Tochigi. SG: Otsu city, Shiga. NN: Hotaka town, Nagano. TY: Hosoiri village, Toyama.

Table 3. Results of analysis of variande (F test) of individual leaves within and among localities  
Abbreviations of the characters are as Table 2

	Leaf characters*							
	LL(cm)	PL(cm)	SBL(cm)	BW(cm)	RLA(cm <sup>2</sup> )	SL(cm)	MNV(N)	RLA/MNV
Localities	126.92	66.99	127.84	82.72	96.60	85.90	35.47	75.71
Individuals	42.38	31.25	43.94	35.85	39.13	24.58	23.08	42.42

\*All values are  $P < 0.01$ .

(MNV), 葉柄長(PL), 葉幅長(BW), 葉長(LL), 実質葉身長(SBL), 相対葉面積/平均側脈数(RLA/MNV), 相対葉面積(RLA), 鋸齒長(SL)の順となる。この結果は, 前報とほとんど同様であるが, 葉幅長よりも葉身長の方が変異が大きい点が異なっている。

### (3) 葉面積および葉形の地理的変異

まず, 葉面積における太平洋側と日本海側での違いを明らかにするために, Fig. 2のクラスター分析によって分けられた地域的なまとまりごとに調査地を配列して, 検討を行った(Fig. 3)。葉面積は太平洋側よりも日本海側の地域の方が大きい, 中間地域の岐阜・群馬・栃木ではむしろやや減少する。このように, フサザクラにおいても, 太平洋側地域と比べて, 日本海側地域での葉の大型化が確認された。

この葉面積の変異メカニズムを解析するため, 葉面積を構成する形質(MNV, BW, SBL, SL)について, その地理的変異を検討した(Fig. 4)。変異の小さいものから順にみると, 平均側脈数(MNV)は, 愛知・三重の値を含めても, 前報同様地理的にほとんど変化がなく, 調査地域全体で9本程度とほぼ同数といえる。葉幅長(BW)は, 横方向, すなわち側脈の伸長を指標するが, 太平洋側と日本海側ではほぼ同じ値で, 中間地域の岐阜・群馬・栃木でやや減少する傾向にある。実質葉身長(SBL)は, 縦方向への伸長, すなわち主脈の伸長を指標するが, 太平洋側, 中間地域, 日本海側地域の順に増加している。

前報と比較して今回の結果で特徴的なのは, 太平洋側の神奈川・千葉における最大鋸齒長の増加である。前報の結果では西日本に比べて東日本は全体的に最大鋸齒長が大きかった。しかし, 前報の調査地域が東日本では太平洋側に偏っていたことと考えると, 東日本の太平洋側のフサザクラのみが, 最大鋸齒長が大きくなるといえる。

## 考 察

### (1) 東日本における太平洋側から日本海側にか

### ての葉面積と葉形の地理的変異

フサザクラにおいても, 太平洋側よりも日本海側の方が葉面積が大きいことが明らかとなった(Fig. 3)。この変異に前報の結果を加味すると, フサザクラの葉面積の地理的変異はブナ(萩原1977)やヤマボウシ(八田・山口1987), マイズルソウ(Kawano *et al.* 1968)などで報告されている, 全国的な葉面積の地理的変異の傾向と類似する。このなかで, ヤマボウシ(八田・山口1987)については葉面積変異の地理区分が細かく報告されている。そこでは, 東日本の太平洋側と日本海側で大きく地理区分が分かれること, 東日本日本海側の地域は, 比較的低緯度な滋賀県付近までを含んでいること, 南関東では隣接する調査地域が西日本太平洋側と西日本日本海側の2つの異なる地理区分に属すること, などが明らかにされている。これを本報の結果を比較すると, 関東太平洋側の地域の取り扱いなど細部で異なっているものの, 東日本日本海側地域に滋賀県付近まで含まれること, 関東地方において, 太平洋側, 日本海側, 中間地域, の3地域に分けられること, 中間地域が細長く関東から中部に伸びていて, 地図上ではかなり離れた地域が同一の地域に区分されていることなど, 大枠では共通する部分が多い。

以上のことから, フサザクラにおいても, 他の落葉広葉樹や草本植物とほぼ同様の地理的変異をもつことが明らかとなった。このことは, フサザクラにもみられたこのような変異性は広い分布域をもつ種に普遍的なものであることを示唆する。

### (2) 葉面積増加のメカニズム

前報では, フサザクラにおいて西日本から東日本にかけて葉面積が増加するときに, 実質葉身長はあまり増加せず, 側脈の伸長によって対応していることを示した。しかし, 東日本においては, 太平洋側よりも日本海側のほうが, 実質葉身長(SBL)が大きい(Fig. 4)。また, 東日本において, 太平洋側の地域のみ最大鋸齒長が大きい(Fig. 4)。これらのことから, 日本海側の地域では, 葉面積が増加する場

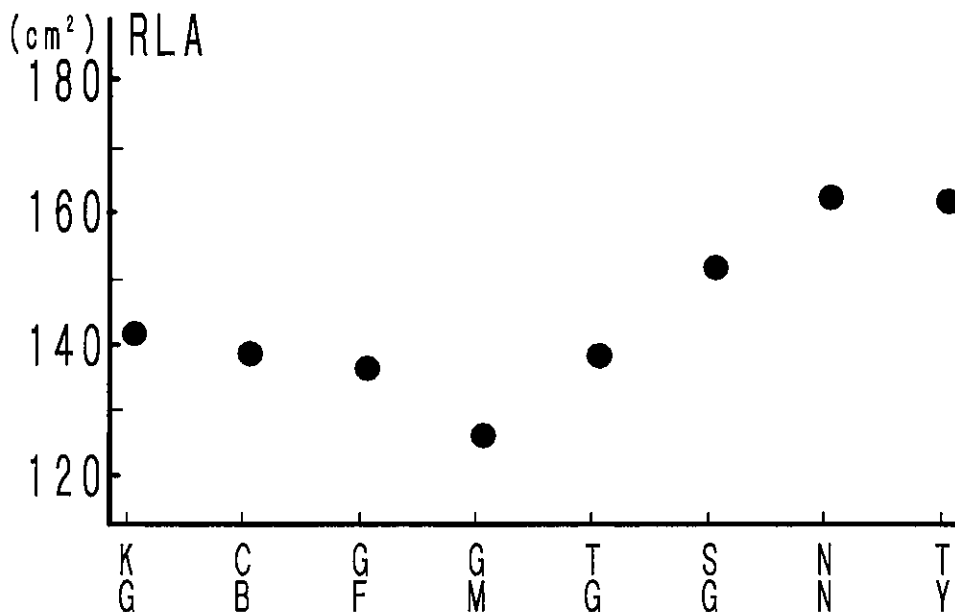


Fig. 3. The geographical variations in relative leaf area (cm<sup>2</sup>) among eight sample localities in east Japan. Variations are expressed by the absolute value. AC: Tsugu village, Aichi. ME: Iitaka town, Mie. KG: Yamakita town, Kanagawa. CB: Amatsukominato town, Chiba. GF: Kamiisidu town, Gifu. GM: Kawaba village, Gunma. TG: Fujiwara town, Tochigi. SG: Otsu city, Shiga. NN: Hotaka town, Nagano. TY: Hosoiri village, Toyama.

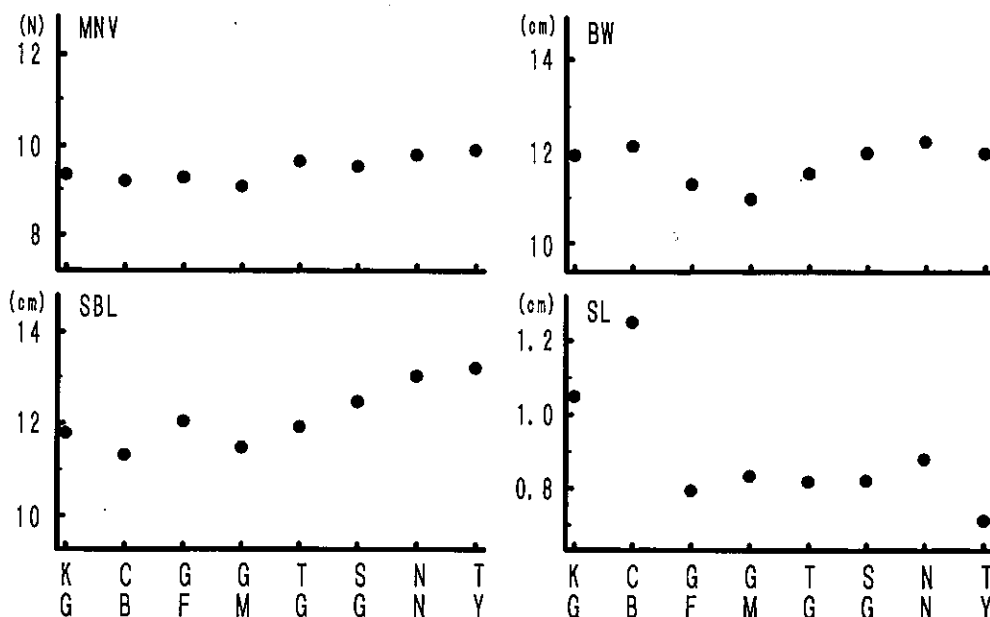


Fig. 4. The geographical variations in four leaf characteristics with constructive RLA among eight sample localities in east Japan. Variations are expressed by the absolute value. MNV: Mean Number of Lateral veins, BW: Blade Width, SBL: Substantial Blade Length, SL: Serration Length. AC: Tsugu village, Aichi. ME: Iitaka town, Mie. KG: Yamakita town, Kanagawa. CB: Amatsukominato town, Chiba. GF: Kamiisidu town, Gifu. GM: Kawaba village, Gunma. TG: Fujiwara town, Tochigi. SG: Otsu city, Shiga. NN: Hotaka town, Nagano. TY: Hosoiri village, Toyama.

合、側脈の伸長のみで対応するのではなく、主脈方向もさらに伸長している可能性が示唆される。

以上のことから、葉の縦横比は西日本、東日本太平洋側、東日本日本海側で異なっていることがわかる。すなわち、東日本太平洋側ではその他の地域と比べて相対的に横長の葉形である。ツクバネソウやヤマボウシでは、北方個体や日本海側個体の方が太平洋側の個体に比べ葉や総苞片が幅広く全体的に丸くなる傾向にあることが知られている。しかし、フサザクラは必ずしも北方や日本海側で広葉型、南方や太平洋側で狭葉型になるとはいえず、東日本においては、太平洋側地域が広葉型、日本海側で狭葉型であった。

#### おわりに

以上のように、東日本におけるフサザクラの葉面積および葉形に関して、太平洋側のものと日本海側のものとで地理的な変異が認められた。前報では、福島県の葉面積が神奈川県や静岡県と比べてむしろ減少したことから、フサザクラにおいては太平洋側の関東付近で葉面積が最大になるのではないかと示唆した。しかし、本報の結果から、フサザクラについても他の植物で報告されているのと同様に、太平洋側のものよりも日本海側のものの方が葉面積が大きいたことが明らかとなった。

これらの地理的な変異の要因として、気温や降水量、環境傾度指数(萩原 1977)など現在の気候条件の影響が考えられる。しかし、調査地点付近の気象観測データをもとに検討したところ、今回は両者の間にはあまり明瞭な相関はみとめられなかった。展葉期の水分との相関に関しても、ブナにおいて黒松内地帯では展葉期に乾燥するにも関わらず、葉面積が大きいとの報告(日浦 1993)があり、そこではブナにおいての葉形質の表現形は、環境よりも遺伝的に規定されていると結論されている。いっぽう、距離的にかなり離れた地域が同じ変異のまとまりに属することは、フサザクラの変異の地理的まとまりを、現在の環境要因のみで十分に説明できないことを示唆している。一つの要因として、過去の気候変動に伴った地史的要因による影響の可能性が挙げられる。フサザクラの葉形質がなによって規定されているかを考察することは、今後の課題である。

また、前報では福島の葉の形質は東日本太平洋側のなかではやや異なっていた。今回は、葉を採取した年が異なるので直接比較をしなかったが、福島の葉の形質が、岐阜・群馬・栃木のものより類似するのか、あるいは神奈川県・千葉のものにより近いのかを明らかにすることが必要である。今後は、太平洋側の分布北限付近での葉面積の減少や、太平洋側と日本海側の中間地域での葉面積の減少、さらにはブナで指摘されているような、葉面積と葉の厚さとの関係(小池ら 1990)などを明らかにすることによって、葉面積、葉形の地理的な変異をより詳細に検討できよう。

#### 引用文献

- 萩原信介. 1977. ブナに見られる葉面積のクラインについて. 種生物学研究 1: 39-51.
- 日浦勉. 1993. 日本列島におけるブナの形質と林分構造の地理変異. 108 pp. 北海道大学審査博士論文.
- Horikawa, Y. 1972. Atlas of the Japanese Flora. 500 pp. Gakken, Tokyo.
- 池上宙志・沖津進. 1993. フサザクラ (*Euptelea polyandra* Sieb. et Zucc.) における葉面積と葉形の地理変異. 植物地理・分類研究 41: 77-84.
- 堀田満. 1974. 植物の進化生物学 III. 植物の分布と分化. 400 pp. 三省堂, 東京.
- Kawano, S., Ihara, M. and Suzuki, M. 1968. Biosystematic studies on *Maianthemum* (Liliaceae-Polygonatae) IV. Variation in gross morphology of *M. kamtschaticum*. Bot. Mag. Tokyo 81: 473-490.
- 河野昭一・長井幸雄・鈴木昌友. 1980. 日本列島におけるツクバネソウの地理的クラインについて. 植物地理・分類研究 27: 74-91.
- 小池孝良・田淵隆一・藤村好子・高橋邦秀・弓場譲・長坂寿俊・河野耕蔵. 1990. 夏期における国産ブナの光合成特性. 日林北支論 38: 20-22.
- 八田洋章・山口秀和. 1987. ヤマボウシ *Cornus kousa* Bueg. の変異と生態IV. 地理的な変異の研究. 植物研究雑誌 62: 244-256.
- (received May 20, 1994; accepted November 11, 1994)

○ため池の自然談話会(〒458 名古屋市緑区鳴海町浦里2-168浜島繁隆気付)編 身近な水辺 ため池の自然学入門 A5判, 165頁. 1994年8月27日, 合同出版株式会社(〒101 東京都千代田区神田神保町1-52). 1600円.

ため池は地域の人びとに身近な水辺として親しまれて来たが、そこにどのような生物が生息し、どのような生活が営まれているか、よく知られていない。

“ため池の自然談話会”はため池の自然科学的な研究を系統だてて行なうことを志して結成された由で、そ