

ヤブマメ (*Amphicarpaea edgeworthii* Benth.) の 開花・結実習性の地理的変異

荒瀬輝夫*¹⁾・井上直人²⁾

(¹⁾京都大学・²⁾信州大学)

要旨: 地下結実性を有する食用資源マメ科草本であるヤブマメを本邦各地から収集、栽培して、その開花・結実習性の地理的変異について調べた。高緯度系統ほど開花まで日数は短かった。開花期間は高緯度地方産の系統で長く、系統間の変異も大きかった。開花まで日数と開花期間長との間には高い負の相関が見られた。地上種子の千粒重は全系統平均 22 g、地下種子では 143 g であり、地上種子は種皮を傷つけると高い発芽率が得られたことから硬実であるのに対し、地下種子は何ら処理を行わなくても高い発芽率であった。生育地の緯度と千粒重との関係は認められなかった。地下閉鎖果は高い確率で 1 莢当り 2 粒となり、千粒重が増大するとその出現率は上昇した。種子数および種子重で見た場合の地下種子の占める割合は、生育地の緯度との相関が低く、その系統間のばらつきは低緯度系統ほど大きかった。

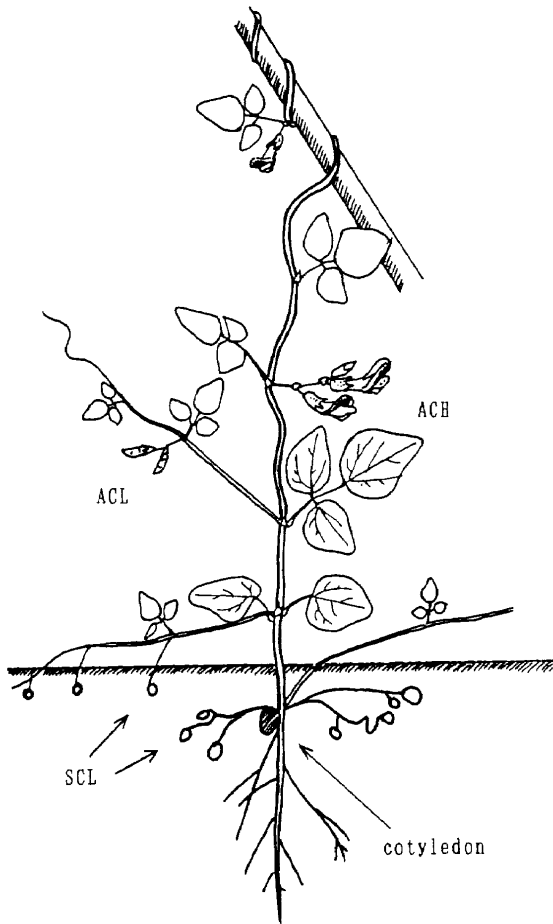
キーワード: 緯度、開花期間長、硬実、地下結実性、発育、発芽、ヤブマメ。

ヤブマメ (*Amphicarpaea edgeworthii* Benth.) は、ダイズ、アズキのそれぞれの野生種とされるツルマメ、ヤブツルアズキとしばしば混生しており、これらの種と共通した比較的攪乱の弱いヤブを生育地とするマメ科 1 年生草本である。分布域は北海道~九州、東アジアからネパールにかけてとされている (Turner and Fearing 1964)。茎自体が他に巻き付く基本的な生長特性を持つだけでなく、上方に巻き上がったたり、地面を這ったり、地中にもぐったりと様々である。また、再生産様式も複雑で、地上に開放花・閉鎖花、地下に閉鎖花という 3 つの様式をもっており (原沢 1986, 森田 1993, 斎藤 1990, 澁谷 1944)、日本原産のマメ科で唯一の地下結実性を有している (第 1 図)。林木の苗圃 (沼田・吉沢 1971) や、人家の庭園など的人為的攪乱の比較的弱い場所で雑草となる場合もある一方で、地下種子がアハ、エハなどと称され、アイヌ民族によって重要な食用資源とされてきた (計良 1995, 古原 1992, 更科・更科 1976, 辻 1994)。採集目的で人家の庭に移植されている例 (北海道旭川市) も確認されていることから (著者ら未発表)、現在ヤブマメは採集から半栽培の状態にあると考えられる。野生植物としては地下の種子が大きい方で、多粒系の存在も報告されており (原沢 1986)、無毒なため、食用タンパク資源として潜在的な能力の高い野生植物と考えられる。

近年、人口増加に伴う食料危機の到来と地球的規模の環境の変化が懸念される背景があるにもかかわらず (内嶋 1996)、作物生産量の大半はごく少数の特定の作物に、個々の作物でも特定の品種に頼られている (田中 1989)。その結果、さまざまな環境に適應できる能力をもった野生種 (遺伝子) が失われつつある。主要作物については遺伝資源を収集する仕事が行われている (前田 1987, 田中 1989)、自然環境の保全や生物多様性が重要視される現在、汎世界的に栽培される作物以外にも、その地域の気候風土に適應し、生産力や栄養価が高く、重要な食

料資源となりえる植物に改めて目を向ける必要があると考えられる。ヤブマメを作物の資源として注目すると、東アジアでは、同じような生育地の野生種から作物化されたマメ類にダイズ、アズキがあり (Li 1970)、上述のようにすでに半栽培状態も見られるヤブマメは、われわれの足元にあつて作物化の可能な潜在能力をもった植物であると推察される。したがって、基本的な生育特性や種子生産力、環境への反応、それらの変異の実態について情報を得ることが重要である。

しかしながら、ヤブマメについて、生態や地理的変異といった基礎的な特性に関する報告は少なく、また、つる性に関連した報告 (澁谷 1944) もごくわずかである。福井・高橋 (1975) は、資源植物としてのヤブマメに注目し、地下結実性に系統間差異があり、北方系統ほど種子生産が地下に偏る傾向があると報告している。再生産の前段階には旺盛なつるの生長があるので、このような種子生産の系統間差がつるの生長量を反映していることが考えられる。また、著者らの現地調査では、地下生育が草高 50 cm にも満たない生育の貧弱なヤブマメ群落の地中に、一粒の大きさが 1.8×1.4 cm という、野生マメ類としては大きな地下莢が確認されている (青森県八戸市新井田川河畔)。ここで、ヤブマメについて、主に葉の形態や葉色によって、本邦のヤブマメ属に 2 変種ヤブマメ (var. *japonica* Oliver) とウスバヤブマメ (var. *trisperma* Ohwi) を認める分類学的見方があり、大井 (1983) の記載では、ヤブマメは本州 (関東地方以西)、四国、九州に、ウスバヤブマメは北海道、本州 (中部以東に多い)、九州 (まれ) に分布するとされている。このことに従えば、福井らの実験における北方系統、南方系統の差異には、ヤブマメとウスバヤブマメの混在比率の差が影響した可能性もあり、また青森県に自生するのはウスバヤブマメなので、大粒はヤブマメにはないウスバヤブマメの形質とも推測される。したがって、ヤブマメの地下結実性の差異に関して、「ウスバヤ



第1図 ヤブマメの植物体の模式図。
ACH: 地上開放花,
ACL: 地上閉鎖花,
SCL: 地下閉鎖花。

ブマメの方が地下結実が旺盛である」といった変種の特
性である可能性が考えられる。

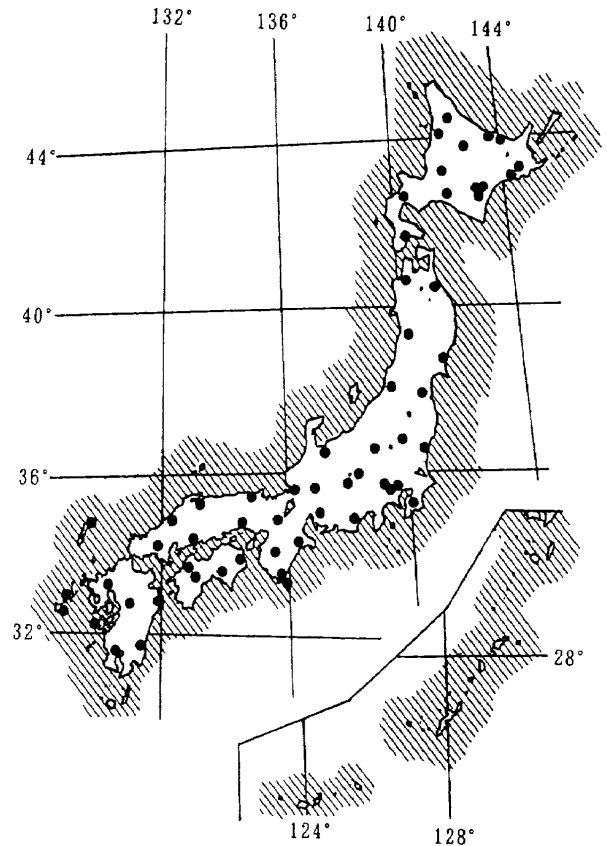
しかし、福井らの用いた系統はほとんどが関東以北の
もので、中部以西や西南暖地でのサンプリングは少ないた
め、上記のような地下結実の傾向が果たして普遍的なもの
かどうかには検討の余地がある。分類群についても、大橋
(1982) はヤブマメ (およびウスバヤブマメ) を、北米の
hog peanut (*A. bracteata*) の亜種として1つにまとめて
おり、分類学者によって説が異なる。

以上のことから、ヤブマメのつるの生長と開花や結実な
どの再生産の実態を明らかにするには、西南暖地も含めた
全国的な系統収集とそれらの比較栽培が重要であると考え
られる。本研究では、全国的な収集によって集めた系統を
栽培して比較を行い、開花期や開花期間の長さおよび種子
生産の実態について調査して、ヤブマメの種生態学的特性
を明らかにし、それをもとに作物資源としての評価を行お
うとした。

材料と方法

1. 供試系統

系統を収集するため、著者らは、1995年5月から9月



第2図 ヤブマメの供試系統の収集地。

にかけて、北は北海道宗谷岬から南は鹿児島県屋久島ま
で、国内の自生地を探索して採集した。採集の目安とし
て、a) 広く日本でのヤブマメの変異をとらえることを狙
いとし、また、人員、時間、費用などを考えて概ね150
kmの距離間隔で、b) 土壌と植生が古くからその場所の
もの、土木工事による他の生育地からのヤブマメ種子の
持ち込みによって系統の来歴が不詳にならないように、と
いう配慮から、できる限り土木工事の影響を受けていない
場所を選んだ。ただし、距離が近くても、海を隔てた島、
山や渓谷によって隔離された場所などでは採集を行った。
1系統につき10個体ずつ、植物体を根ごと掘り取って1/
5000 aワグネルポットに移植した。京都大学農学部附属
亜熱帯植物実験所 (和歌山県西牟婁郡串本町須江, 33°28'
N, 135°50'E) のガラス温室にて栽培、各系統の種子の増
殖を行った。収集した系統数は、北海道から鹿児島県のほ
ぼ全県から58系統であり (第2図)、これらを次年に供試
した。

2. 栽培方法

1996年5月14日、各系統の種子を1/5000 aワグネル
ポットに播種した (4個体/ポット, 1系統につき4反復)。
供試種子として、1995年に更新した地上閉鎖花種子を用
いた。硬実であるため、5月8日、播種前処理として種皮
をサンドペーパーで研磨し、シャーレに置床して蒸留水と
与えて恒温器内 (28°C一定, 暗条件) で発芽させた。

ポットの土として、底に川砂を敷き、その上に培養土、バーク堆肥、川砂、珪藻土焼成粒 (2 mm 径, イソライト), および試験地 (串本町須江) の畑土をそれぞれ体積比 3:1:3:1:2, さらに苦土石灰と過リン酸石灰 (各 10 g/ポット) を混合したものを詰めた。ポットは亜熱帯植物実験所のガラス温室に設置した。なお、夏期には、水ストレスの影響を軽減するため、水深約 2 cm の容器内にワグネルポットを置いた。実験配置は 4 ブロックの乱塊法である。また、地上茎で上に巻き付く茎のために支柱 (直径約 1 cm, 長さ 1 m の篠竹) を設ける一方、ほふく茎をはわせるために、土を入れた箱をポットの横に置いて、その上で生育させた。

3. 実験方法

(1) 種子の発芽性

地上および地下種子の発芽性を比較するため、1997 年 4 月 4 日、熊本県天草町系統の 1996 年秋期に収穫した種子を用い、種子のタイプ (地上閉鎖花種子, 地下閉鎖花種子) × 硬実打破処理の有無 (サンドペーパーによる種皮の研磨の有無), 各処理 2 反復の二元配置実験を行った。1 シャーレあたり地上種子は 20 粒, 地下種子は 10 粒ずつ、湿ったろ紙の上に播種し、28°C 一定・暗条件の恒温器内に置いた。地上種子は播種 20 日後, 地下種子は 10 日後に実験を打ち切った。なお、供試系統について、実験には 1 つの系統で 40 個の地下種子が必要であり、天草系統のみがその条件を満たしていたので供試した。

(2) 開花期の調査

ポット内の 4 個体のつらが絡み合っており個体の識別が困難なため、ポットごとに開放花が初めて開花した日を全系統について調査した。なお、実験期間中、開放花をつけたすべての系統で閉鎖花が分化しており、その時期は開放花の開花期と同調していた。そこで開放花の着蕾のなかったポットでは、閉鎖花の莢が (葉腋に若い莢を肉眼で) 確認された日を、開花日の目安として用いた。播種日 (1996 年 5 月 14 日) から開花日までの日数を開花まで日数として算出した。開花期間長は、開花初めから、そのポットですべての開放花が枯死して脱落した日までの日数とし、生殖生長期間の目安とした。なお、閉鎖花のみのポットでは、他の系統と同じ基準の開花終了日は不明であるので、開花期間長を欠測とした。各系統の開花まで日数および開花期間長は、反復を平均して求めた。したがって、実際には、開花まで日数は 1 ポットにつき 1 個体、計 4 個体の平均を、開花期間長は各ポットの条件で開花可能な期間の長さの平均を意味し、そのため後者は個体ごとの開花期間長より長めの値となると推測された。

(3) 種子生産

地上部の種子については、ポットごとに登熟、乾燥し、一兩日中に莢が裂開して種子が飛散すると思われるものを、その都度収穫した。また、収穫は閉鎖花の種子のみを

対象とした。この理由は、亜熱帯植物実験所での 1995 年および 1996 年の実験において、開放花のほとんどが開花中または若い莢実の段階で脱落してしまったことと、開放花由来の結実量がもともと無視できるほど極めて少なかったからである。地下部の閉鎖花種子は、地上部が生育終了後にポットごとに収穫した。地上および地下の種子について、各ポットで 1 株当たりの収量 (種子数, 風乾重) を測定した。また、1995 年の予備実験において、地下で 1 莢に 2 粒の種子を結実させる現象 (以下、便宜上「双子マメ」の語を用いることとする) が見られたため、これが特定の系統のみの形質かどうかを調査するため、全ポットについて収量調査時に双子マメの数も記録した。地上閉鎖花種子 (aerial cleistogamous seed; A と略) と地下閉鎖花種子 (subterranean cleistogamous seed; S と略) の 1 株当たり種子数, 収量 (風乾重 g) をもとに、地下種子の占める割合を $S/(S+A)$ の式によって算出し、反復を平均してそれぞれの系統の値とした。

結 果

1. 種子の発芽性

最終的な発芽率は、地上種子の処理区、無処理区、地下種子の処理区、無処理区それぞれ 90, 2.5, 15, 80% となった (第 1 表)。計量値と見なして分散分析を行うと、種子のタイプ × 処理の交互作用のみ有意であった ($p < 0.01$)。これは、第 1 表から明らかのように、硬実打破処理が、地上、地下種子それぞれの発芽率に互いに正反対の効果を及ぼしたことを示している。そこで、本実験ではシャーレ当たりの種子数と反復数が少なく、発芽率も 0 または 100% に近い場合、母発芽率の 95% 信頼区間を二項分布に基いて求め (第 1 表)、比較を行った。地上種子では、処理区の信頼区間の下限 (68.2%) が無処理区の上限 (21.0%) より高く、硬実打破処理によって明らかに発芽率は上昇した。一方、地下種子では、無処理区の信頼区間の下限 (44.4%) より処理区の上限 (50.3%) が高く、硬実打破処理によって発芽率は低下したものの、地上種子ほどその差は明確ではなかった。地上種子の処理区では 3 日後から 16 日後まで緩慢に発芽数が増加した。一方、地下種子の無処理区では、3~4 日後にかけて発芽したすべて

第 1 表 硬実打破処理*後のヤブマメ種子の発芽率 (%)。

種子タイプ	処理	発芽率	p_L	p_U
地上	なし	2.5	0.0	21.0
	処理	90.0	68.2	98.8
地下	なし	80.0	44.4	97.4
	処理	15.0	1.1	50.3

1996 年秋に収穫した熊本県天草町系統を用い、1997 年 4 月 4 日に播種した (28°C 一定, 暗条件)。 p_L , p_U はそれぞれ母発芽率の 95% 信頼区間の下限, 上限を表す。

* サンドペーパーで種皮を研磨。

の個体が一斉に発芽した。なお、不発芽の主な原因は、地上種子・無処理区では種子が吸水しないこと、地下種子・処理区ではカビや腐敗によって枯死したことであった。

2. 開花まで日数および開花期間長

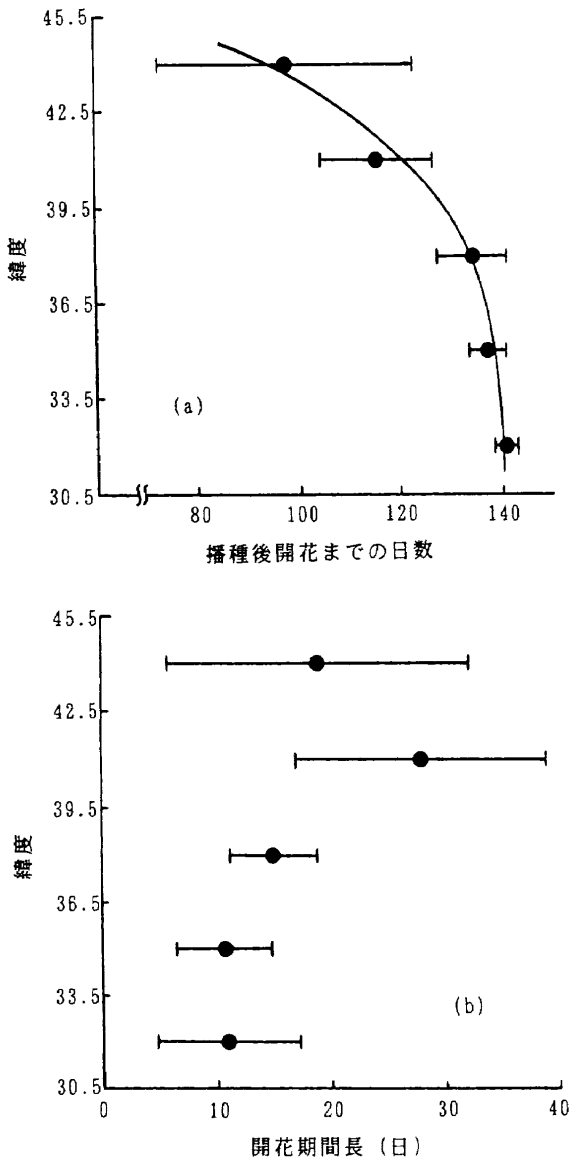
緯度により収集した系統数に大きな差があるため、緯度を3度ずつに区切って、開花まで日数の系統間の平均と標準偏差を求めた(第3図a)。北緯45.5°~42.5°, 42.5°~39.5°, 39.5°~36.5°, 36.5°~33.5°, 33.5°~30.5°でそれぞれ97.8±25.1日(n=6), 115.5±11.0日(n=2), 134.2±6.8日(n=7), 137.2±3.6日(n=22), 140.7±2.3日(n=7)(平均±標準偏差)であった。緯度が高い地方産の系統ほど早期に開花する傾向が顕著であり、開花

まで日数の系統間のばらつきは低緯度系統で小さく、高緯度系統ほど大であった。

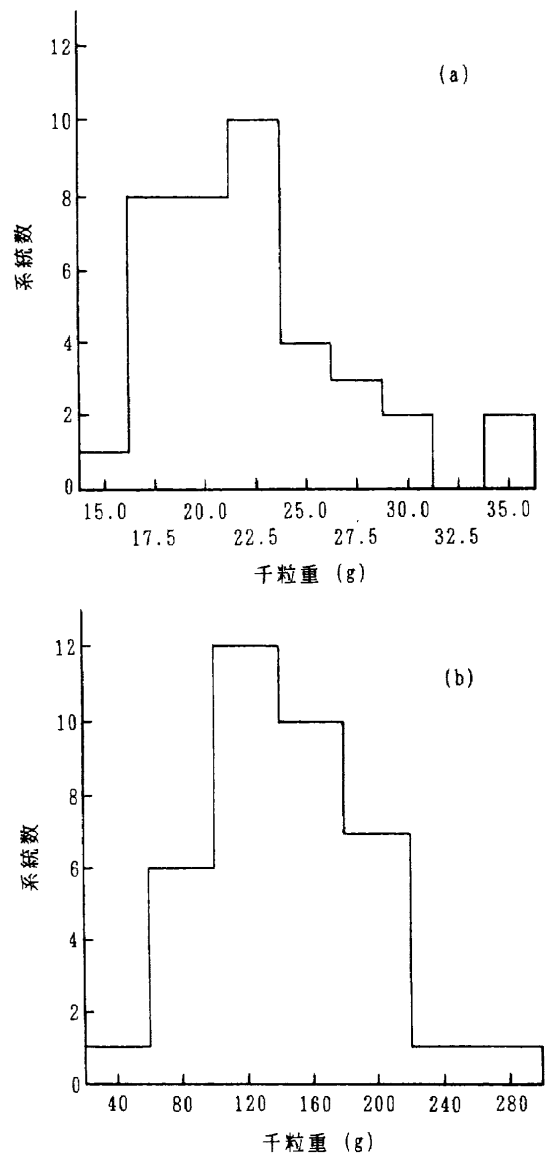
開花期間長についても、開花まで日数と同様の緯度区分で各区間の平均日数を示した(第3図b)。緯度の高い順に19.0±13.2日(n=3), 28.0±11.0日(n=2), 15.0±3.8日(n=4), 10.7±4.2日(n=19), 11.6±6.2日(n=6)(平均±標準偏差)であった。また、開花まで日数と開花期間長との間には、直線回帰式 $y=113.11-0.745x$ (y:開花期間長, x:開花まで日数), $r=-0.828$ (n=34, $p<0.01$)という高い負の相関が認められた。

3. 種子生産

地上, 地下の種子について、千粒重(風乾重)を測定すると第4図のようになった。地上部の千粒重は全系統の平均 22.28 ± 4.80 g(変動係数22%), 地下部では $143.30\pm$



第3図 緯度別に見たヤブマメの開花習性。
a: 播種後開花まで日数, b: 開花期間長。
1996年5月14日, 和歌山県串本町須江(33°28'N)において播種。
ヨコ棒は系統間の±S.D.の中を示し, 系統数は上から順にn=6, 2, 7, 22, 7; n=3, 2, 4, 19, 6である。



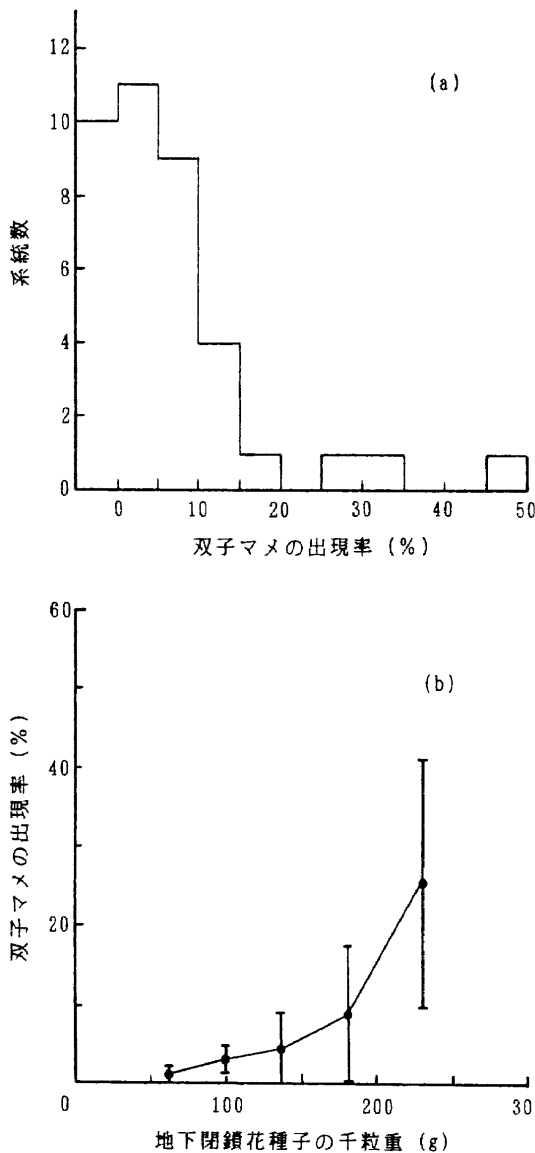
第4図 ヤブマメ種子の千粒重。
a: 地上閉鎖花種子, b: 地下閉鎖花種子。

48.78 g (変動係数 34%) であった。系統ごとに見ると、地下莢千粒重は地上部の種子千粒重の 2~10 倍、平均で 6.4 倍であった。地上部に比べて変動係数も 1.5 倍以上となっていてばらつきも大きく、長野県高遠町系統 (279 g) など、極めて大粒の系統が認められた。また、系統の得られた生育地の緯度と千粒重とは、地上部種子で $r = -0.090$ 、地下種子で $r = 0.172$ ($n = 38$) と、相関がほとんど見られなかった。

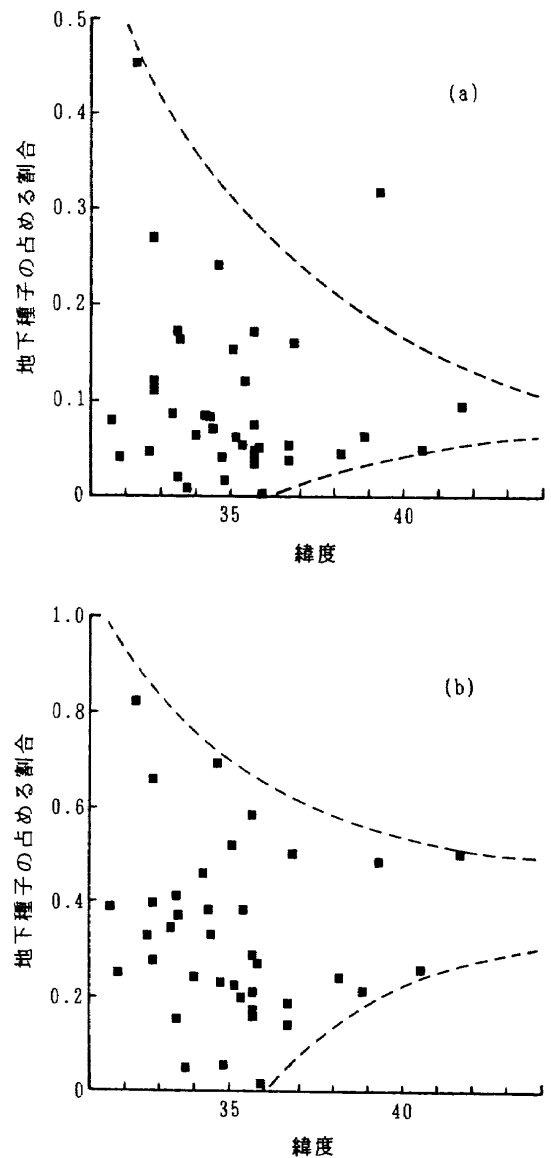
双子マメの出現は、地下結実に至った 38 系統中 28 系統 (74%) におよび、比較的高い確率で双子マメが生じていることが明らかとなった。双子マメ出現率 (双子マメの莢数/全莢数) は 5~10% に集中している一方で、50% の割合で双子マメを産している系統 (長野県高遠町) も認められた。双子マメ出現率と地下閉鎖果の千粒重とを比較し

たところ、有意な相関関係 ($r = 0.637$, $p < 0.01$) が認められた。千粒重を < 80 g, $80 \sim 120$ g, $120 \sim 160$ g, $160 \sim 200$ g, 200 g $<$ の 5 階級に区切ると、双子マメ出現率はそれぞれ $1.1 \pm 1.1\%$ ($n = 4$), $3.1 \pm 1.8\%$ ($n = 6$), $4.4 \pm 4.8\%$ ($n = 15$), $8.9 \pm 8.8\%$ ($n = 9$), $25.5 \pm 15.7\%$ ($n = 4$) となった (第 5 図)。

系統の産地の緯度の高低と、地下種子の占める割合 $S / (S + A)$ とを、種子の重量および数の面から比較すると、相関は認められなかった (それぞれ $r = -0.112$, -0.110 ; $n = 38$)。しかし、ともに高緯度地方ほど系統間のばらつきが小さくなる傾向が見られ、緯度が高くなるにつれて種子重、種子数で見た場合それぞれ $0.3 \sim 0.6$, $0.05 \sim 0.10$ という値に収斂する傾向があった。このように、地下種子の占める割合と緯度との間には、明確な相関関係を認める



第 5 図 ヤブマメの地下閉鎖花における双子マメの出現率。
 a: 系統数の頻度, b: 地下閉鎖花種子の千粒重との関係。
 ●は、左からそれぞれ、千粒重 < 80 g, $80 \sim 120$ g, $120 \sim 160$ g, $160 \sim 200$ g, 200 g $<$ の系統の (それぞれ $n = 4, 6, 15, 9, 4$) 双子マメの出現率の平均値を示し、タテ棒は系統間の $\pm s.d.$ の中を示す。



第 6 図 全種子に対する地下種子の占める割合と緯度との関係。
 a: 種子数でみた場合, b: 種子重でみた場合,
 本文中の $S / (S + A)$ の式により算出した。

ことはできなかったが、割合の系統間のばらつきについて、高緯度系統ほど小さく、低緯度系統ほど大きいという傾向が認められた(第6図)。

なお、開花まで日数、開花期間長、および種子生産についての結果で系統数の一致しない理由は、閉鎖花のみの系統や、結実前に虫害などにより全個体枯死した系統があったためである。

考 察

1. 地上および地下種子の相違

地下種子の千粒重は全系統平均で143gと、野生のマメ類の中では極めて大きな部類に属することが確認された(第4図b)。地下種子の大きさは同一個体内でも均一ではなかったため、環境の影響も大きいと考えられる。しかし、系統間の変動係数も34%と大きいため、大粒だけでなく千粒重に関して豊富な変異を有しており、作物資源に関する形質について変異の大きい植物であることが考えられた。緯度と千粒重との関係は弱いことから、千粒重に関しては、地理的によりミクロな環境との比較が必要であると推察される。

ヤブマメの地上部の種子は硬実であり(森田1993)、地下部の種子は春期に乾燥させようとすると発芽する(計良1995)と報告されているが、同じ基準で硬実性、発芽性をとらえた報告は見あたらない。これらは、生育地での繁殖として、また作物の資源としてとらえる立場からも重要である。地上種子と地下部種子とは、大きさのみでなく硬実性や発芽性も異なっていた(第1表)。地上種子は、無処理ではほとんど吸水せず、種皮に傷を付ければ高い発芽率が得られるので硬実であり、結実翌年の発芽数は少ないと考えられる。一方、地下種子は、種皮を傷つける処理がかえって発芽に悪影響を及ぼしており、無処理区で高い発芽率が得られているので硬実ではなく、発芽も短期間に一斉に起こるので春期の休眠性は弱いと考えられた。これは北米に分布する同属の *A. bracteata* (hog peanut) と類似しており、このような種子の異型性は時間的・空間的な環境の予測不能性への適応と考えられている(Trapp and Hendrix 1988)。しかし、とくに地下種子の休眠性について、ラッカセイの後熟(前田1987)のような機構が存在することも予想されるので、収穫時から経時的に発芽率をみる必要がある。

2. 地下種子の双子マメ

ヤブマメの地下閉鎖莢の種子数は、これまで1個と記載されており(原沢1986, 森田1993, 斎藤1990)、双子マメについての報告は本報が初めてである。千粒重の増加は、明らかに双子マメの出現に寄与していることが推察された(第5図b)。千粒重の増加にともなって双子マメの出現する個体が出てくることは、ヤブマメの種子数が地上部で1莢あたり2~4個であるのに対し、なぜ地下では通

常1個であるのか考える上で重要である。系統によって、遺伝形質として双子マメが生じるのではなく、1つの莢に乾物が多量に転流されると1莢に2個の種子を登熟させることができると解釈できることから、ヤブマメでは地下でも1莢に複数の種子を容れる能力はあると推察される。若い莢を取り巻く地上と地下との環境の違い(例えば、光条件、土による接触刺激や圧力、湿度など)が作用して、地下では通常1つの胚珠のみが分化して1莢1種子となると考えられるが、本実験からは、大多数は退化してしまう2つ目の胚珠が閉鎖花分化初期に存在するのか、多量の乾物の転流により登熟時に2つ目の胚珠が分化するのか、不明である。地下閉鎖花は地下のファイトマーの生長点から分化するが、葉をもたない地下ファイトマーは非同化部分であるので、地下に分化するファイトマー数は植物体全体の生長によって制限を受けると考えられる。したがって、それらの生長点から分化する閉鎖花の数も同様に制限を受けると推察される。地上部で栄養生長が旺盛で乾物を地下に転流しようとしても、シンクの数がない場合、必要以上に大きな種子を生産することは、供給されるソース量当たりの繁殖効率は悪い。したがって、限られた莢数で、乾物の地下への転流量に応じて双子マメを生産し、地中に1個でも多くの種子を残すことは、通常使わない潜在的シンクを地下に持っているということになり、地上部と地下部の関係、生育地での生き残りなどに意義をもつと考えられる。

3. 緯度と開花・結実習性との関係

開花まで日数は、産地の緯度による変異が大であった。高緯度の系統ほど開花まで日数は短く、一方、大まかに見て北緯39.5°以南の低緯度系統では播種後130~140日(暦日では9月末から10月初旬)に開花期が集中し、系統間のばらつきもわずかであった(第3図a)。このことから、岩手県から秋田県にかけてを境界として、これより以南の系統は日長に反応してほぼ一斉に開花期を迎えるものと考えられる。この境界以北の系統に、早生である系統が混在している理由は、日長よりも温度に感応して開花する系統があるためであると思われた。高緯度地方では生育のスタートが遅く夏期が短いため、日長に感応して開花したのでは種子生産に間に合わず、そのためヤブマメも一般の作物と同様に早生化することは充分考えられる。北緯39.5°以北でも、開花が低緯度系統なみに遅いものが混じっていて系統間のばらつきが大きいことは、高緯度地方では、同じ日長条件でも温度と日長のどちらにより反応して開花するか、系統によって様々であることを示唆している。

開花期間長の系統間平均は開花まで日数と概ね逆の傾向を示しているが、開花まで日数に比べると若干緯度との関係は崩れていた(第3図b)。開花まで日数、開花期間長の両者の相関を取ると高い負の相関関係があった。これは

緯度とは関わりなく、一方が長ければ他方が短いということを示すが、(開花まで日数)+(開花期間長)はほぼ一定であったと考えることができる。ほとんどの系統は10月上旬から中旬で開花が終わって生育を終了した。例えば、開花の早かった八戸系統(平均103日)は、明らかに温度に感応して開花したと思われるが、開花終了はどのポットでも他の系統と大差のない時期であった。実験の行われた串本町では、年間を通じて霜雪はほとんどなく、気温は10月でも日中20°C前後、温室内は外気温+1°C程度であった。また、地下部には根粒がついており、定期的に追肥も行っていたので、養分の欠乏によって生育が停止したとも考え難い。したがって、温度、養分に関しては10月以降も生育に充分であったと推察される。このことは、開花に関しては系統によって日長、温度などが支配要因となるが、開花を終了して登熟に移行するときには、どの系統に対してもある決まった日長条件が支配的であることを示唆している。ただし、回帰式の傾きは-0.74で、開花期の早いものほど、播種後開花が終了して登熟に移行する日数は若干早まることが読み取れた。

地下種子の占める割合($S/(S+A)$)は、種子数、種子数で見た場合とも、低緯度の系統間では大きくばらつき、高緯度になるにつれて系統間のばらつきが減少して一定値に収斂する傾向があった(第6図)。高緯度ほどこの割合が増加しているわけではないので、本実験の結果と福井・高橋(1975)の結果とは異なっていた。福井らの用いた系統は、全31系統のうち27系統が北緯35度以北からのものであり、著者らの供試系統は約40%が35度以南で、福井らの実験と異なっている。したがって、結果の相違の最も大きな理由は、系統収集地点の相違であると考えられた。第6図bにおいて、北緯35度付近で線を引き、右側のプロットのみを採用したとすれば、緯度が高くなると $S/(S+A)$ も若干上昇する傾向がある。しかし、本実験において、低緯度系統にも高緯度系統を大きく上回る地下種子の占める割合をもつ系統が複数存在しており、高緯度系統ほど地下結実性が高いという傾向はないと考えられた。

地下種子の占める割合が、緯度が高くなるにつれて狭いレンジに収斂する、あるいは緯度が低くなるにつれて系統間で大きくばらつく現象は、開花まで日数および開花期間長(第3図)の系統間のばらつきとは逆の傾向である。開花まで日数と $S/(S+A)$ の間には、種子数、種子重で見た場合それぞれ $r=0.116, 0.208$ ($n=38$)、開花期間長とでは、種子数、種子重で見た場合それぞれ $r=-0.216, -0.243$ ($n=31$)と、有意な相関関係はなかったので、開花まで日数や開花期間長が直接 $S/(S+A)$ という割合の大小と関連をもっているわけではないと考えられた。ここで、地下種子千粒重は風乾重で地上種子の平均6.4倍あることから、何ら処理を行わないときの発芽率(第1表)を考え合わせると、a) 地上種子は多数生産できるが、硬実のため翌年の発芽数はわずかで、発芽は次年度

以降にばらつく一方、b) 地下種子は少数しか生産できないが、休眠性が低く、結実翌年に確実に発芽する。したがって、発芽した個体が全滅したり、火入れなど硬実が打破されるような攪乱のない環境条件で、種子生産に分配される乾物の量が限られている場合、生産する種子数と、翌年の子孫の個体数をそれぞれできるだけ多くしようとする、地上、地下種子の最適な割合に近づくと推察される。高緯度地方では、生育可能な期間が短いので温度に反応して開花する系統があるため、開花まで日数のばらつきが大きいと考えられるが、一方、栄養生長期間が短くなるので、種子生産のためのソース量の蓄積が限定要因となつて、ある一定の $S/(S+A)$ をもつ個体が、次世代以降に発芽可能な種子を残す上で有利となるような選択圧がかかっていると考えられる。一方、低緯度地方では、生育期間が充分長いので $S/(S+A)$ に対する限定要因とならず、自家受粉(閉鎖花)によって様々の $S/(S+A)$ をもつ小集団が分化し、ヤブマメという種のもつ $S/(S+A)$ の変異性が系統間で高く保たれ、和歌山での同一条件の栽培でこのように様々の割合を示したと推察された。

ヤブマメはこのように、地下閉鎖花種子が野生のマメ科草本としてはかなり大きく、また双子マメも見られ、開花まで日数および開花期間長、種子数および種子重で見た場合の地下種子の占める割合の地理的変異も大きいので、作物化の資源として有望と考えられる。実際に系統や遺伝資源を収集する場合、開花まで日数や開花期間長については本邦の高緯度地方で、地下種子の占める割合については低緯度地方で、それぞれ重点的に行うのが効率的であることが本実験から明らかになった。

以上のように、生育地の緯度の違いにより、ヤブマメの開花期や開花期間長、種子数および種子重で見た場合の地下種子の占める割合に変異が存在した。しかし、系統収集の際、ヤブマメの生育地では、標高、日当たり、土壌湿度、植生や人の管理による攪乱などの条件が様々であったので、このようなマイクロな環境、ならびにこれらの環境要因と関係のありそうな形態的な変異については次報で取り上げることとする。

謝辞: 本実験を進めるにあたり、京都大学農学部雑草学研究室の伊藤操子教授、草薙得一前教授、信州大学農学部 的俣野敏子教授に多くの御助言を頂いた。厚く謝意を表します。また、亜熱帯植物実験所の古田康郎氏、近畿大学国際生物資源学科の斎藤一興氏のご厚意と援助に、深く感謝いたします。

引用文献

- 福井重郎・高橋正道 1975. 本邦産 *Amphicarpaea* 属植物の開花・結実習性の系統間変異. 岩大農報 12: 321-327.
 原沢伊世夫 1986. ヤブマメ. 採集と飼育 48: 455.
 計良智子 1995. アイヌの四季一フチの伝えるところ. 明石書店, 東京. 64-67.

- 古原敏弘 1992. 食素材の採取と栽培. 萩中美枝・畑井朝子・藤村久和・古原敏弘・村木美幸, 日本の食生活全集 48 聞き書 アイヌの食事. 農山漁村文化協会, 東京. 175-176.
- Li, Hui-Lin 1970. The origin of cultivated plants in Southeast Asia. *Econ. Bot.* 24: 3-19.
- 前田和美 1987. マメと人間—その1万年の歴史—. 古今書院, 東京. 256-271.
- 森田竜義 1993. 異なる光条件下における開放花・閉鎖花, 二型種子の使い分け—ヤブマメの場合—. 東北大学遺伝生態研究センター編, IGE シリーズ 17 植物の形質発現と環境適応機構. 東北大学遺伝生態研究センター, 仙台. 21-26.
- 沼田真・吉沢長人 1971. 改訂日本原色雑草図鑑. 全国農村教育協会, 東京. 281.
- 大橋広好 1982. マメ科 LEGUMINOSAE (FABACEAE). 佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・富成忠夫編, 日本の野生植物 草本 II 離弁花類. 平凡社, 東京. 211-212.
- 大井次三郎 1983. 新日本植物誌顕花編 改訂版. 北川政夫改訂. 至文堂, 東京. 913-914.
- 斎藤新一郎 1990. ヤブマメ—もうひとつの落花生. ひがし大雪だより 23: 19-22.
- 更科源三・更科光 1976. コタン生物記 I. 樹木・雑草編. 法政大学出版局, 東京. 144-145.
- 澁谷紀起 1944. ヤブマメ外形の光変異に就て. 鳥取農学会報 8: 263-268.
- 田中正武 1989. 遺伝資源の重要性. 田中正武・鳥山國士・芦澤正和編, 植物遺伝資源入門. 技報堂出版, 東京. 2-4.
- Trapp, E.J. and S.D. Hendrix 1988. Consequences of a mixed reproductive system in the hog peanut, *Amphicarpaea bracteata*, (Fabaceae). *Oecologia* (Berlin) 75: 285-290.
- 辻秀子 1994. 可食植物の概観. 加藤晋平・小林達雄・藤本強編, 縄文文化の研究. 2 生業. 雄山閣, 東京. 18-41.
- Turner, B.L. and O.S. Fearing 1964. A taxonomic study of the genus *Amphicarpaea* (Leguminosae). *Southwest. Nat.* 9: 207-218.
- 内嶋善兵衛 1996. 地球環境と食料問題. 農及園 71: 3-9.

Geographic Variations in the Flowering and Ripening Behaviors of *Amphicarpaea edgeworthii* Benth.: Teruo ARASE^{*.1)} and Naoto INOUE²⁾ (^{1)Fac. of Agr., Kyoto Univ., Kyoto 606-8502, Japan;} ^{2)Shinshu Univ.})

Abstract: Strains of yabumame (*Amphicarpaea edgeworthii* Benth.), an edible resource of geocarpic wild legume, were collected from various stands in Japan and grown to investigate the geographic variations in its flowering and ripening behaviors. Northern strains needed fewer days after sowing to flower. The flowering period lasted longer for northern strains, where the duration varied among strains. Significantly negative correlation existed between days after sowing to flowering and flowering duration. The average 1,000-seed weight including all strains was 22 g for aerial seeds and 143 g for subterranean seeds. The former was a hard seed since scratching the seed coat increased the germination percentage sharply, whereas the latter germinated at high percentage without any pretreatment. The 1,000-seed weight did not correlate with the latitude of home habitat. Subterranean pod including 2 mature seeds, twin bean, was produced at a higher probability in the case of the strains which had a heavier 1,000-seed weight. The degree of subterranean seed to the total of its number and weight correlated vaguely to the latitude of each strain's home habitat. The deviation of the rate among strains was wider in southern strains.

Key words: *Amphicarpaea edgeworthii* Benth., Development, Flowering duration, Geocarpy, Germination, Hard seed, Latitude.