

長野県中南部に自生するサルナシ (*Actinidia arguta* (Sieb. et Zucc.) Planch. ex Miq.) の果実形態と収量の系統間差異

誌名	信州大学農学部AFC報告
ISSN	13487892
著者名	荒瀬,輝夫 内田,泰三
発行元	信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学教育研究センター
巻/号	7号
掲載ページ	p. 11-19
発行年月	2009年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



長野県中南部に自生するサルナシ (*Actinidia arguta* (Sieb. et Zucc.) Planch. ex Miq.) の果実形態と収量の系統間差異

荒瀬輝夫*・内田泰三**

* 信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学教育研究センター

** 九州産業大学工学部都市基盤デザイン工学科

要 約

サルナシ (*Actinidia arguta* (Sieb. et Zucc.) Planch. ex Miq.) の地域産物化をはかるため、長野県中南部において系統収集を試みた。自生地を把握するとともに、果実の形態および収量の系統間変異を分析した。得られた系統数は20、自生地の標高は770~1400m、地形は沢筋から尾根上まで様々で、落葉樹林が多かった。平均果実重は系統平均 4.47 ± 1.47 g (1.87~6.89 g) で、2山ないし3山の頻度分布を示した。果形にはAP型とCU型、着果型には鈴成り型と普通型という顕著な変異が認められた。果実における相対生長関係から、果実重と果実径との間に強い相関が認められたが、果実長との関係は不明瞭であった。採集効率(1時間あたり採集可能数の対数階級値)を用いて収量を求めたところ、1.4~2.8 ($25 \sim 630$ g · hr⁻¹) であった。自生地の標高と比較すると、平均果実重および収量は、いずれも標高1100m付近を最大値とする曲線関係を示した。

キーワード：サルナシ、果実、形態、収量、標高

1. はじめに

マタタビ属 (*Actinidia*) は東アジアの温帯上部~亜熱帯まで分布しており、食用、観賞用として世界的に栽培されている¹⁸⁾。その中でも、キウイフルーツ (*Actinidia chinensis* Planch.) は果樹として栽培化された代表格である。野生種は「楊桃」「獼猴桃」などと呼ばれる中国原産の植物であるが、ヨーロッパ経由でニュージーランドに種子が持ち込まれたのが1906年、果樹として商業的に栽培されるようになったのは1934年とされ、その後急速に世界的に広まった¹⁸⁾。日本では初め柑橘類の生産過剰地帯における転作として導入され^{18,23)}、現在では愛媛県、福岡県、和歌山県が主要な産地となっている¹⁶⁾。

キウイフルーツは極めて少ない選抜しか経ていないにもかかわらず、栽培化された特異な果樹であり、そのため病虫害や気象災害などの栽培上の問題も多い⁷⁾。わが国では、キウイフルーツの病害という視点から、同属のサルナシ (*A. arguta* (Sieb. et Zucc.) Planch. ex Miq.)、シマサルナシ (*A. rufa* (Sieb. et Zucc.) Planch. ex Miq.)、マタタビ (*A. polygama* (Sieb. et Zucc.) Planch. ex Maxim.) な

どが耐病性の台木または伝染源として着目されてきた^{7,15,28)}。

これら近縁種の中でも、サルナシ (別名：コクワ) の果実は、酸味と甘味が調和してとりわけ美味で、芳香成分に富み^{18,20,24)}、果皮が無毛なため皮ごと生食あるいは加工できるという優れた特性をもつ。北海道、本州、四国および九州に分布し²¹⁾、高標高の山地にも自生することから、高冷地や山村においても栽培が容易であるとして注目を浴びつつあり、優良品種の育成や、果実酒やジャムなどの商品化も行なわれている^{18,20,24)}。サルナシは雄雌異株のつる植物であり、果実が食用になるだけでなく、つるは長く強靱なため、古くから工芸品、筏しぼり、かざら橋の材料としても用いられてきた^{18,20)}。また、人間のみならず野生動物にとっても重要な植物で、和名は文字通り「猿の食べる梨」を意味している⁸⁾。ツキノワグマやヒグマの秋季の重要な餌資源として多量に食べられるが、果実中の種子のほとんどは糞中に無傷でそのまま排泄される²⁶⁾ため、「動物への餌資源の提供 vs. 動物による種子散布」という関係が成り立っている。

木材でない森林資源 (NWFP; non-wood forest product) は、地域色の強い産物として地域振興の効果を期待でき、かつ、伐採等を伴わないので森林

受付日 2009年1月5日

受理日 2009年2月13日

への負荷の小さな産業となりえる⁹⁾。サルナシはキウイフルーツの遺伝資源という価値だけでなく、サルナシの果実自体に商品価値があり、地域振興の効果を充分期待できる。

しかし、サルナシに関して、受粉と結実との関係¹¹⁾、果実の化学成分や酵素活性^{10,14,29)}、収穫後の品質⁵⁾、休眠芽の低温要求性²²⁾などについての生理・生化学的研究は行なわれているが、系統収集や栽培適地の判断につながるような生態的研究はほとんどない。サルナシの分布や自生地の環境については図鑑類の記載にたよる他なく、果実の形態や収量、品質についての変異の幅も不明である。サルナシには倍数性の変異^{6,30)}があり、本邦では4倍体 ($2n=116$) が広く分布し、他に2, 6, 7, 8倍体が局所的に分布していることが報告されている⁶⁾。倍数性の違いは果実、種子、植物体の大きさなどに差異をもたらすと考えられるが、長野県内におけるその変異については不明である。

そこで本研究では、サルナシの地域産物化をはかるための第一歩として、長野県中南部において系統収集を試みた。自生地の環境を把握するとともに、果実の形態および収量の系統間変異を分析した。

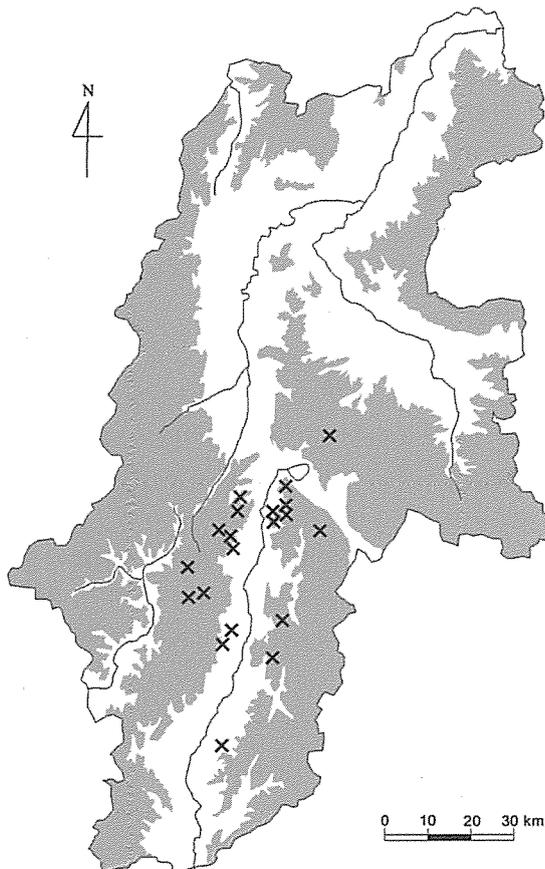


図1 サルナシの系統採集地点
灰色部分は標高1000m以上の地域をさす。

2. 調査方法

2.1 系統収集

系統収集は2008年9月から10月に行った。対象地域は、長野県中南部（和田峠周辺～上村）とした（図1）。車および徒歩で対象地域を踏査し、サルナシ群生地を確認後、樹上の果実（やや軟化して可食になるまで登熟したものを）を採集した。また、GPS および地形図を用いて採集した場所を記録した。

2.2 自生地の立地環境

サルナシ自生地の立地環境を把握するため、系統採集時に立地環境の調査を行なった。調査項目は、標高、大まかな地形および植物の配置の描写による植生断面、および植物相である。標高はGPS および地形図判読によった。

2.3 果実サイズと形状

採集した果実は、各系統で平均的なサイズのものを6個ずつ、平均果実重 (g)、果実長 (cm)、果実径 (cm) を測定した。果実の断面は円形ではないので、果実径として長径と短径の2方向を測定し、その幾何平均をとって平均果実径とした。

果実の形状として、縦横比（果実長/長径）と扁平度（短径/長径）を算出した。ここで形状について、縦横比1.0以下の系統（リンゴのように丸い果形）と、1.0を大きく越える系統（ウリのように細長い果形）とが存在することが系統収集時に判明した（写真1）。そこで本報では、縦横比1.0以下の果形をAP型 (apple type)、縦横比1.0を大きく越える果形をCU型 (cucumber type) と呼ぶこととし、各系統がいずれの果形かを判定した。

また、同じく系統採集時に、1ヶ所の葉腋から4

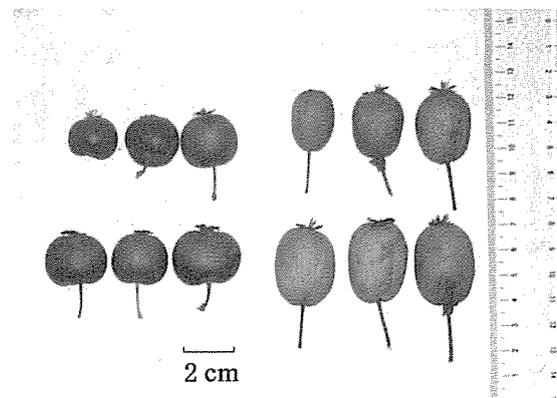


写真1 サルナシ果実の果形の変異
左：AP型（茅野高原A系統）、
右：CU型（茅野高原B系統）

個以上の果実が着生し、枝先までそれが連続するという系統が見られた(写真2)。これを本報では「鈴成り」として「普通」(1葉腋につき果実1~2個)の系統と区別し、自生地における結実状況から各系統がいずれの着果型かを判定した。

果実重の増加に伴う果実サイズと形状の変化を確認するため、果実重と果実長、平均果実径、縦横比および扁平度との相対生長関係を分析した。果形(AP型およびCU型)と着果型(鈴成りおよび普通)については、異なるタイプ間で平均果実重に差がないかどうかを比較した。なお果形については、種子サイズに差異があるか否かを確認するため、典

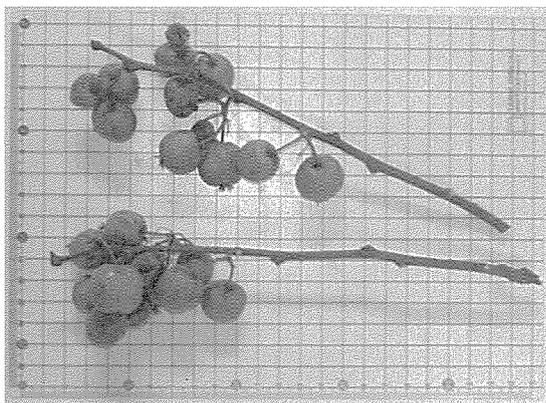


写真2 鈴成りのサルナシ結実状況(杖突峠系統)
背景の格子目盛 = 1 cm.

型的な系統をそれぞれ2系統選び、1系統につき3つずつ、1果実に含まれる種子数と千粒重(室温・1昼夜風乾の乾物重)を調査した。また果形、着果型のクロス表を作成し、互いに関連性がないかどうかを χ^2 検定により分析した。

2.4 採集効率と収量

収量の構成要素として、採集効率 (efficiency of gathering)²⁾を判定した。これは、実際の採集作業状況から、1時間あたり採集可能数(個数・hr⁻¹)を階級によって記載するもので、常用対数変換値で0.5刻みになるように境界値を設定して、

0 : 1~3個

0.5 : 4~10未満

1 : 10~31個

1.5 : 32個~100未満

2 : 100~316個

2.5 : 317~1000未満

という階級で表したものである²⁾。

採集効率と、収量のもう1つの構成要素である平均果実重について、相互の関係を回帰分析により検討した。

また、収量(g・hr⁻¹)は、平均果実重(g)と採集効率(個数・hr⁻¹)との積で概算できる。ただし、採集効率は対数値であるので、平均果実重を対数値に換算して、

表1 サルナシの採集系統と自生地の環境

No. 系統名	標高 (m)	地形	優占樹種	他のつる植物
1 和田峠砥川	1330	沢筋	バッコヤナギ	マタタビ, ミヤママタタビ
2 有賀峠	1060	峠(崖上)	ケヤマハンノキ	クズ
3 杖突峠	1200	山腹斜面(林道わき)	カラマツ	ツタウルシ, ヤマブドウ, ミツバアケビ
4 新倉山	1220	尾根上	アカマツ	ツルウメモドキ, マツブサ
5 王城山	920	山腹斜面(林道わき)	シラカンバ	サンカクヅル
6 権兵衛峠	1400	山腹斜面(林道わき)	カラマツ	ヤマブドウ
7 吹上A	960	山腹斜面(林道わき)	アカマツ	フジ, ヤマガシユウ, クズ
8 吹上B	1250	山腹斜面(林道わき)	カラマツ	サンカクヅル, ミツバアケビ, フジ
9 吹上C	1300	崩壊地上部	バッコヤナギ	ツルウメモドキ, ミツバアケビ
10 西駒鯨岩沢	1370	沢筋	カラマツ	ヤマブドウ
11 西駒芦山沢	1180	沢筋	カラマツ	ヤマブドウ
12 萱野高原A	970	沢筋	カラマツ	マタタビ, マツブサ
13 萱野高原B	1100	山腹斜面(林道わき)	クリ	フジ, マタタビ, クズ
14 手良沢山A	1200	尾根上	オニグルミ	マツブサ, フジ, スイカズラ
15 手良沢山B	1280	山腹斜面(林道わき)	ケヤマハンノキ	ツルウメモドキ
16 駒ヶ岳SA裏	770	平坦地(林道わき)	アカマツ	フジ, クズ, ノブドウ
17 駒ヶ根高原今棚沢	970	山腹斜面(林道わき)	カラマツ	マツブサ
18 女沢峠	1060	沢筋	オニグルミ	ヤマブドウ, マツブサ
19 陣馬形山	1400	山頂付近	リュウブ	ツルウメモドキ, アケビ
20 喬木村矢筈	870	山腹斜面(林道わき)	コナラ	フジ, ミツバアケビ, ヤマガシユウ

収量 (対数値) = $\log(\text{平均果実重}) + \text{採集効率}$
 の式²⁾により収量を求めた。

標高と平均果実重および収量との関係について、
 散布図を作成して回帰分析により有意性を分析した。

3. 結 果

3.1 系統収集および自生地の立地環境

得られた系統数は20系統であった (図1, 表1)。

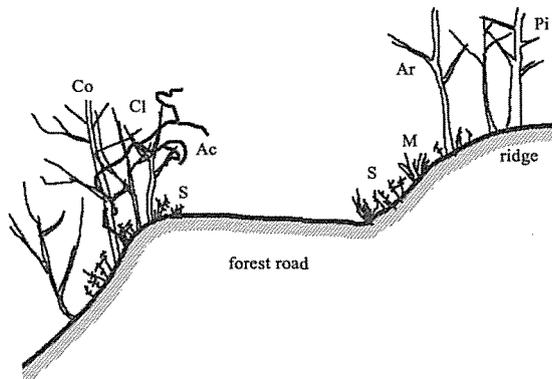


図2 サルナン自生地の植生断面の例 (陣馬形山系統)

Ac: サルナン, Cl: リョウブ, Co: ミズキ,
 Pi: アカマツ, Ar: ケヤマハンノキ, S: ミ
 ヤコザサ, M: ススキ。

表1に, 各系統の自生地の立地環境を示した。自生地の標高は770~1400mであった。地形について, 20系統のうち, 沢筋, 平坦地, 山腹斜面, 斜面上部 (尾根上や崖上など) がそれぞれ5, 1, 9, 5系統であった (表1)。植生断面の例を図2に示した。

植物相について, 優占樹種は落葉性のものが20系統中17系統と圧倒的であった。うち7系統はカラマツ (*Larix kaempferi* (Lamb.) Carr.) 植林地で, 残り10系統はケヤマハンノキ (*Arnus hirsuta* Turcz.) やバッコヤナギ (*Salix bakko* Kimura) などさまざまな落葉広葉樹の優占林であった。常緑性の優占樹種はアカマツ (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.) であり, 林床の明るい林分であった。同所的に生育していた主なつる植物は自生地によって様々であり, フジ (*Wisteria floribunda* (Willd.) DC.), クズ (*Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi), ツルウメモドキ (*Celastrus orbiculatus* Thunb.), アケビ類 (*Akebia* spp.), マタタビ, サルナン, ヤマブドウ (*Vitis coignetiae* Pulliat) などが挙げられた。

3.2 果実のサイズと形状

各系統の果実サイズおよび形状などの特性について表2に示した。系統ごとの平均果実重の頻度分布

表2 系統ごとのサルナン果実のサイズと収量

No.	系統名	果実重 (g)	果実長 (cm)	平均径 (cm)	縦横比	扁平度	果径	着果型	採集効率 $\log(\text{個数} \cdot \text{hr}^{-1})$	収量 $\log(\text{g} \cdot \text{hr}^{-1})$
1	和田峠砥川	4.47	1.75	1.88	0.88	0.89	AP	普	1.5	2.2
2	有賀峠	4.58	2.10	1.78	1.11	0.88	CU	普	1.5	2.2
3	杖突峠	5.26	1.91	2.01	0.90	0.89	AP	鈴	2.0	2.7
4	新倉山	5.24	2.19	1.88	1.09	0.88	CU	普	1.5	2.2
5	王城山	2.25	1.71	1.36	1.13	0.80	CU	鈴	1.5	1.9
6	権兵衛峠	3.23	1.54	1.69	0.85	0.89	AP	普	1.0	1.5
7	吹上A	2.52	1.48	1.58	0.89	0.92	AP	普	1.5	1.9
8	吹上B	5.72	1.99	2.00	0.89	0.80	AP	鈴	2.0	2.8
9	吹上C	1.87	1.77	1.20	1.37	0.85	CU	鈴	1.5	1.8
10	西駒鯨岩沢	3.76	1.80	1.73	1.02	0.95	AP	普	1.0	1.6
11	西駒芦山沢	5.36	1.87	2.06	0.82	0.83	AP	普	2.0	2.7
12	萱野高原A	5.01	1.70	2.02	0.78	0.85	AP	普	1.5	2.2
13	萱野高原B	6.89	2.75	1.90	1.30	0.82	CU	普	2.0	2.8
14	手良沢山A	5.39	2.04	1.95	0.97	0.86	AP	普	1.5	2.2
15	手良沢山B	5.76	2.32	1.90	1.11	0.83	CU	普	1.5	2.3
16	駒ヶ岳 SA 裏	3.41	1.76	1.67	0.99	0.87	AP	普	1.5	2.0
17	駒ヶ根高原今柳沢	6.86	2.05	2.15	0.89	0.88	AP	普	2.0	2.8
18	女沢峠	4.28	1.64	1.90	0.81	0.90	AP	普	1.5	2.1
19	陣馬形山	2.39	1.50	1.54	0.90	0.86	AP	普	1.0	1.4
20	喬木村矢筈	5.07	1.74	2.02	0.82	0.90	AP	普	2.0	2.7

採集効率は, 時間あたり採集可能個数の対数階級値 (本文を参照)。

AP: 丸型, CU: ウリ型, 普: 普通, 鈴: 鈴成り。

は図3のとおりである。20系統の全平均は4.47±1.47gであったが、正規分布とはかけ離れた分布を示し、2g付近と5g付近の2山（7g付近も独立峰とみなすと3山）のピークをもつ分布であることが読み取れた。

果形について、採集した20系統の中ではAP型が14系統と多く、CU型は6系統であった（表2）。AP型、CU型で平均果実重はそれぞれ4.48±1.29g、4.43±1.99gで、CU型でばらつきが大きい傾向にあり、果形の間で果実重の平均値に有意な差は認められなかった。なお、典型的な系統としてAP型では杖突峠および茅野高原A系統、CU型では茅野高原Bおよび新倉山系統を選び、種子千粒重と果

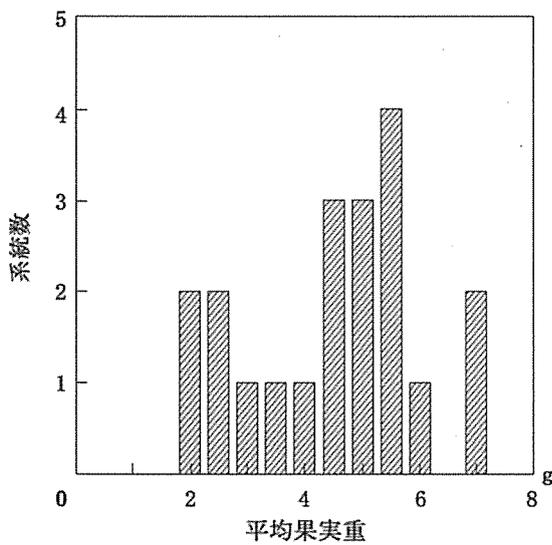


図3 サルナシの平均果実重の頻度分布
系統ごとの平均値をもとに集計した (n=20)。

実1gあたり種子数を測定したところ、表3のようになった。分散分析の結果、種子千粒重では果形による差、系統間差ともに有意（それぞれP<0.001, P<0.02）で、CU型（1.29~1.62g）>AP型であり、杖突峠系統が突出して大きかった。一方、果実1gあたり種子数では系統間差のみが有意（P<0.0002）で、AP型、CU型とも、系統によって17~36個と大きく異なっていた。

着果型について、普通成りが16系統と多く、鈴成りは4系統のみであった（表2）。普通成り、鈴成りで平均果実重はそれぞれ4.64±1.34g、3.78±1.99gで、鈴成り系統でばらつきが大きい傾向にあり、着果型の間で果実重の平均値に有意な差は認められなかった。なお、果形と着果型との間には有意な関連性は認められなかった (χ²=0.952; ns)。

平均果実重と、果実サイズ（果実長および平均果

表3 果形別にみた果実あたり種子数の比較

粒型・系統名	種子千粒重 (g)	果実1gあたり種子数
AP型		
杖突峠	1.62±0.069 a	36.2±4.25 a
茅野高原A	1.29±0.174 b	17.3±2.88 b
CU型		
茅野高原B	1.16±0.032 b	18.4±3.63 b
新倉山	1.13±0.064 b	33.0±3.28 a

収穫後、約1ヶ月冷蔵ののちに計測（平均±σ, n=3）。

数値右の同一文字は平均値間に有意差（P<0.05）がないことを示す。

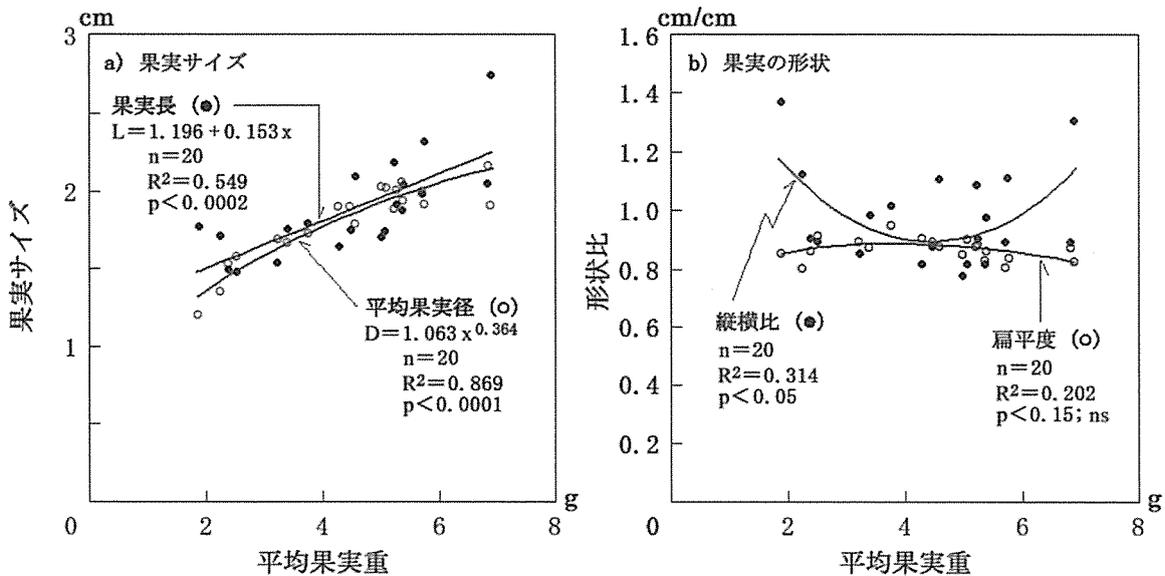


図4 サルナシ果実における果実重-サイズの相対生長関係
各プロットは系統ごとの平均値を示す (n=20)。

実径)ならびに形状(縦横比および扁平度)との関係を見ると, 図4のようになった。果実重とサイズとの関係(図4左)は, 果実長, 平均果実径とも有意であり, 果実重の増加に対して果実長は直線的に増加していたのに対し($R^2=0.549$, $P<0.0002$), 平均果実径は頭打ち曲線を描くように指数関数的に増加する関係にあった($R^2=0.869$, $P<0.0001$)。果実重と果実形状との関係(図4右)は, 縦横比では有意であり果実重4g付近で最低値となるような下に凸の曲線関係にあり($R^2=0.314$, $P<0.05$), 果実重が小さいまたは大きい場合に縦横比が1を超える, すなわちCU型になる傾向があることが読み取れた。一方, 扁平度では関係が不明瞭であった($R^2=0.202$; ns)。

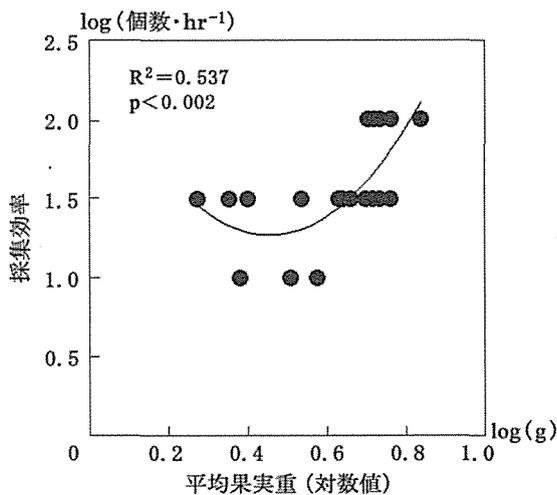


図5 サルナシの平均果実重と採集効率との関係
採集効率は, 時間あたり採集可能数の対数階級値(本文を参照)。

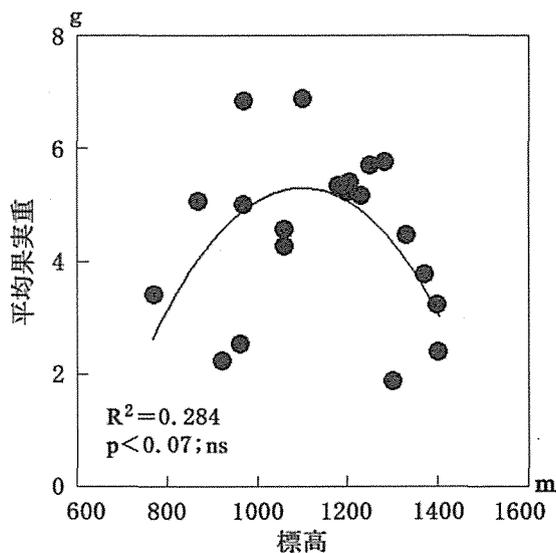


図6 サルナシの平均果実重と標高との関係

3.3 標高と収量との関係

採集効率および収量について表2に示した。採集効率は1.0 (10~31個・hr⁻¹) ~2.0 (100~316個・hr⁻¹), 収量(対数値)は1.4~2.8 (25~630 g・hr⁻¹)であった(表2)。平均果実重(対数値)と採集効率とを比較すると, 両者の間には下に凸の曲線関係が認められた(図5)。平均果実重(対数値)を説明変数とする高次多項式の当てはめは2次成分までが有意であり($P<0.025$), 有意な2次の回帰曲線が得られ($R^2=0.537$, $P<0.002$), 平均果実重(対数値)0.45(元の値で2.82g)付近で採集効率が最小になることが読み取れた。

標高と平均果実重との関係は図6, 標高と収量との関係は図7のとおりである。いずれも標高1100m付近をピークとし, それより標高が低くなる, あるいは高くなると果実重が減少するという関係が読み取れた。標高 x の2次式による回帰は, 平均果実重ではばらつきが大きいため有意ではなく($R^2=0.284$; ns), 収量では有意であった($R^2=0.443$, $P<0.01$)。

4. 考 察

4.1 自生地の立地環境

サルナシ自生地の立地環境として, まず標高について, 長野県中南部では標高770~1400mであった。同じ長野県中南部におけるヤマブドウの自生地の標高は1100~1600m, 虫えいに着目したマタタビの自生地の標高は520~1330mと報告されている^{1,2)}。同所的なつる植物にもこれら2種が複数の自生地で出

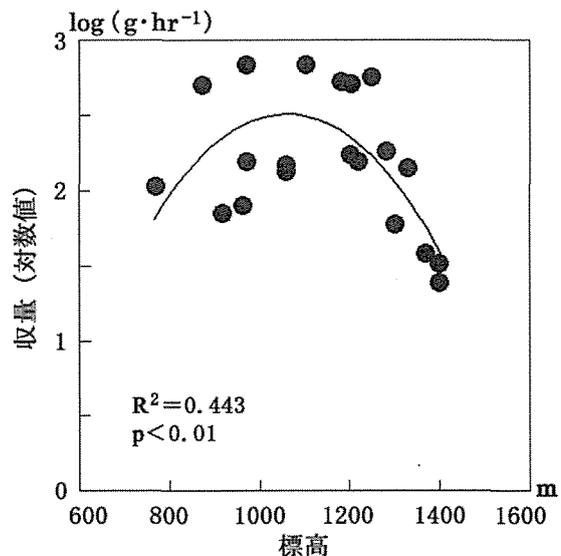


図7 サルナシの果実収量と標高との関係
収量は, 平均果実重と採集効率から算出した。

現していることから(表2),サルナシの分布する標高域は、ヤマブドウ、マタタビそれぞれとオーバーラップしながら、両者の中間に位置していることが伺えた。

地形と植生について、地形は沢筋から斜面上部までさまざまであり、植生はカラマツ林などの落葉樹林が大多数であった。同属のヤマブドウとマタタビはともに沢筋に多く見られるが^{1,2)}、これらに比べ、サルナシは尾根～沢筋まで分布していた。これは地形的に斜面上の様々な位置で生育できることを意味する。一般にサルナシおよびキウイフルーツは浅根性で乾燥に弱いとされており^{20,23)}、尾根上に自生するという本結果とは矛盾している。これは、根の生長に極端な差があるとは考えにくいので、耐湿性や耐乾性についてサルナシが幅広い変異をもつためではないかと推測される。このことは、地形や降水量の条件に合った系統を用いれば、様々な場所に栽培地域を広げることができることを示唆している。

4.2 果実のサイズと形状

系統ごとの平均果実重の頻度分布が単峰でなく、2山ないし3山のピークをもっていたことは興味深い(図3)。サルナシには種内で倍数性に差異があり^{6,30)}、当然ながら成長量や果実サイズにも影響することが考えられる。長野県内のサルナシについて4倍体との報告⁶⁾があるが、果実重の頻度分布におけるピークの数から推測すると、倍数性の異なる個体群が2ないし3群、長野県中南部に混在している可能性が示唆された。

果形について、AP型とCU型という顕著に異なる2型が存在していた(表2,写真1)。これら2型の間で平均果実重に有意な差は認められなかったが、種子の千粒重ではCU型がAP型より大きい傾向にあった(表3)。果実重とサイズとを比較すると、果実重と平均果実径とは緊密な相対生長関係にあったのに対し、果実長との関係は有意ながらもかなり崩れており(図4)、果実長の伸長が果形の変異の大きな原因であると考えられる。果実重と縦横比(果実長/長径)との関係からは、果実重が小さいまたは大きい場合に縦横比が1を超える、すなわちCU型になる傾向があることが読み取れた(図4)。したがって、果形は平均果実重との関連が認められるので、果実重についての結果と同様、倍数性との関連も十分に考えられる。

ただし、近縁のキウイフルーツでは落果がほとんどなく、樹勢を犠牲にしても果実をすべて実らせるという習性があるため^{19,23)}、果実サイズは着果数に

影響される。また、キウイフルーツの果重の遺伝性が強いが、つるあたりの結実数の遺伝性は弱いことが報告されており³⁾、結実数は環境によって影響を受けると考えられる。本調査における系統ごとの果実の特性が遺伝的であるか否かは不明であるが、長野県中南部という同一地域で系統収集を行っており、気候や地質などの条件が劇的に異なるとは考えにくい。例えば、茅野高原A系統(AP型,平均果実重5.01g)と茅野高原B系統(CU型,平均果実重6.89g)はごく隣接した場所に自生地があるものの、果実サイズ、果形とも顕著に異なっていた(表2)。同一地域で果実サイズと果形にこれほど顕著な差異が見られたことは、単なる環境変異ではない可能性を示すものと考えられる。

4.3 標高と収量との関係

まず、平均果実重と採集効率(1時間当たり採集可能数)との関係について、平均果実重の増加に対し、対数値0.45(元の値で2.82g)付近までは採集効率は減少、それ以上になると増加するという下に凸の曲線関係にあった(図5)。果実がsink-source関係におけるsinkであることを考えると、果実が一定サイズより小さい場合には植物体自体の栄養生長が貧弱で、sourceとなる同化産物の量に制約があり、果実数が増加すると平均果実重が減少する(図5の左半分)。一方、果実が一定サイズより大きい場合には、栄養生長旺盛でsourceとなる同化産物の量に制約がなく、平均果実重、果実数とも増加していく(図5の右半分)、という解釈ができる。同属のマタタビの虫えい果における同様の分析結果²⁾では、ある重さまで採集効率は果実重増加とともに増大、それ以降で減少しており、サルナシとは増減の関係が正反対である。これは、サルナシで結実するのはすべて小型の正常果であるのに対し、マタタビでは虫えいが形成され、それが正常果の2~3倍の果実重を有する巨大なsinkである²⁾ことが関係していると思われる。

標高と平均果実重、標高と収量との間には、いずれも標高1100m付近をピークとする上に凸の関係が見られ、それより標高が低くなる、あるいは高くなると果実重が減少していた(図6,図7)。これは、果実サイズと収量についてのサルナシの優良系統の探索は、標高1100m前後の山地帯で行うのが効率よいということを示唆している。同じ長野県中南部において、食用となる液果をつける木本性つる植物では、低標高から順に、マタタビ(虫えい)が950m付近²⁾、サルナシが1100m付近、ヤマブドウが1300

m付近¹⁾を果実収量のピークとしており、垂直分布の範囲とともに収量のピークとなる標高も互いにずれている。このずれは、人間による野生植物資源の採集や、低山帯～亜高山帯の野生鳥獣の餌資源という視点に立つと非常に興味深い。資源の量が多く、発見の可能性も高いほどテリトリーとして防衛する価値があるので⁴⁾、植物種により最適な収量を期待できる標高があることは、人間(集落)にとっては食用野生植物についての地域性あるいは採集エリア、動物にとっては垂直移動の季節性との関連が予想されるからである。

結実習性と標高との関係は幾つかの果実や樹木について報告がある。高標高域では、樹種によってさまざまであるが、着花数の減少²⁵⁾、開花期の遅れ^{12,17)}、果実サイズの減少^{13,17)}、病虫害発生の増減^{17,27)}が認められ、温度条件に起因した現象が多い。本調査では気温等の物理環境は測定していないが、サルナシの収量のピークである標高1100mからの標高差が±約300m(単純計算で気温差は±約1.8°C)あり、温度が平均果実重や収量に影響する重要な要因の1つと思われる。立地条件も沢筋～尾根上とさまざまなことから、サルナシ果実の形態と収量の変異をさらに分析するためには、自生地の気温や土壌水分などの条件を把握する必要がある。また、高標高では果皮が厚くなり有機酸含量が増加する果樹もあるので¹³⁾、今後、品質についての調査も重要であろう。

引用文献

- 1) 荒瀬輝夫・加納譲治・熊谷真由子・内田泰三 (2008) 標高によるヤマブドウ (*Vitis coignetiae* Pulliat) の果房の形態的変異. 信州大学農学部 AFC 報告 6 : 61-67
- 2) 荒瀬輝夫・内田泰三 (2009) マタタビ (*Actinidia polygama* (Sieb. et Zucc.) Planch. ex Maxim.) 虫食い果の形態および収量の地域間差. 信州大学農学部 AFC 報告 7 : 印刷中
- 3) Cheng, C.H., Seal, A.G., Boldingh, H.L., Marsh, K. B., MacRae, E.A. and Murphy, S.J. (2004) Inheritance of taste characters and fruit size and number in a diploid *Actinidia chinensis* (kiwifruit) population. *Euphytica* 138 : 185-195
- 4) Dyson-Hudson, R. and Smith, E.A. (1978) Human territoriality: an ecological reassessment. *American Anthropologist* 80 : 21-41
- 5) Fisk, C.L., Silver, A.M., Strik, B.C. and Zhao, Y. (2008) Postharvest quality of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* 'Ananasnaya') associated with packing and storage conditions. *Postharvest Biology and Technology* 47 : 338-345
- 6) 片岡郁雄・水上徹・金鎮國・別府賢治・福田哲生・末澤克彦・近野広行・菅原秀治・田中功二・佐藤博文・戸沢一宏 (2006) サルナシの倍数性変異の地域分布と特性. 園芸学雑誌75 (別2) : 121
- 7) 川瀬憲次 (1995) 果樹台木の特性と利用. 農山漁村文化協会, 東京. pp.477-481
- 8) 牧野富太郎 (1990) 改訂 牧野新日本植物圖鑑. 北隆館, 東京. 1452pp.
- 9) Mantau, U., Wong, J.L.G. and Curl, S. (2007) Towards a taxonomy of forest goods and services. *Small-scale Forestry* 6 : 391-409
- 10) Matich, A.J., Young, H., Allen, J.M., Wang, M.Y., Fielder, S., McNeilage, M.A. and MacRae, E.A. (2003) *Actinidia arguta*: volatile compounds in fruit and flowers. *Phytochemistry* 63 : 285-301
- 11) 水上徹・金鎮國・別府賢治・望岡亮介・福田哲生・片岡郁雄 (2005) サルナシ (*Actinidia arguta*) の結実および果実形質に及ぼす同種および異種花粉の授粉の影響. 園芸学雑誌74 (別2) : 339
- 12) 永沢勝雄・佐藤三郎 (1958) 群馬県利根地方におけるりんごの開花期に関する生態的研究. 千葉大学園芸学部学術報告 6 : 97-104
- 13) 中島利幸・大垣智明 (1971) 温州ミカンの集出荷方法改善に関する研究 (第1報) 標高・方位と果実品質の変異について. 神奈川県園芸試験場研究報告 19 : 1-8
- 14) 西山一朗・福田哲生・大田忠親 (2004) サルナシおよびシマサルナシ果汁におけるアクチニジン濃度とプロテアーゼ活性の品種間差異. 園芸学雑誌73 : 157-162
- 15) 新田浩通・奈良部孝 (2007) キウイフルーツ台木としてのマタタビ属植物に対するネコブセンチュウ類の寄生性. 近畿中国四国農業研究10 : 32-36
- 16) 農林水産省大臣官房統計部編 (2008) ポケット農林水産統計 平成20年度. 農林統計協会, 東京. pp.258-275
- 17) 岡村和彦・西村浩一 (1977) クリの植栽標高からみた適地条件の解明 (第1報) 岸根および銀寄の標高と果実の大きさと虫害率. 山口県農業試験場研究報告28 : 91-103
- 18) 大垣智昭 (1983) キウイの栽培と利用 [1]. 農業および園芸58 : 389-394
- 19) 大垣智昭 (1984) キウイの栽培と利用 [12]. 農業および園芸59 : 527-531
- 20) 大沢章 (1988) 木の実栽培全科一有望54種一. 農山漁村文化協会, 東京. pp.234-247
- 21) 大井次三郎 (1965) 改訂新版 日本植物誌 顕花

- 篇. 至文堂, 東京. 1560pp.
- 22) Phivnil, K., Beppu, K., Mochioka, R., Fukuda, T. and Kataoka, I. (2004) Low-chill trait for endodormancy completion in *Actinidia arguta* Planch. (sarunashi) and *A. rufa* Planch. (shima-sarunashi), indigenous *Actinidia* species in Japan and their interspecific hybrids. Journal of Japanese Society of Horticultural Science 73: 244-246
- 23) 沢登晴雄 (1983) キウイフルーツのつくり方. 農山漁村文化協会, 東京. 199pp.
- 24) 新野孝男 (1998) サルナシ. 藤巻宏編「地域生物資源活用大事典」. 農山漁村文化協会, 東京. 156-157.
- 25) 平英彰・寺西秀豊・劔田幸子・槻陽一郎・清水規矩雄・河合康守 (1991) スギ林の雄花着花状況と空中花粉飛散パターンとの関連性について—1990年における富山県の例—. アレルギー40: 1200-1209
- 26) Takahashi, K., Shiota, T., Tamatani, H., Koyama, M. and Washitani, I. (2008) Seasonal variation in fleshy fruit use and seed dispersal by the Japanese black bear (*Ursus thibetanus japonicus*). Ecological Research 23: 471-478
- 27) 牛山欽司・藤原俊六郎・北宜裕・青野信男・小川潤子・郷間光安 (1991) キウイフルーツかいよう病の発病に及ぼす窒素施用量, 受胎成分, 地形と標高および暴風垣の影響. 神奈川県園芸試験場研究報告 41: 53-61
- 28) 牛山欽司・北宜裕・陶山一雄・青野信男・小川潤子・藤井溥 (1992) キウイフルーツかいよう病の伝染源としてのマタタビ属植物. 日本植物病理学会報 58: 426-430
- 29) Watanabe, K. and Takahashi, B. (1998) Determination of soluble and insoluble oxalate contents in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) and related species. Journal of Japanese Society of Horticultural Science 67: 299-305
- 30) Yan, G., Yao, J., Ferguson, A.R., Seal, A.G. and Murray, B.G. (1997) New reports of chromosome numbers in *Actinidia* (Actinidiaceae). New Zealand Journal of Botany 35: 181-186

Regional differences in the fruit morphology and yield of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta*) in the central and southern part of Nagano Prefecture

Teruo ARASE* and Taizo UCHIDA**

*Education and Research Center of Alpine Field Science, Faculty of Agriculture, Shinshu University

**Department of Civil and Urban-Design Engineering, Faculty of Engineering, Kyushu Sangyo University

Summary

To promote the use of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* (Sieb.et Zucc.) Planch. ex Miq.) as a local product, we collected wild strains of hardy kiwifruit in the central and southern part of Nagano Prefecture, Japan. We investigated the habitat environment of each strain and analyzed the regional differences in the fruit morphology and yield among strains. Twenty strains were collected at an altitude of 770 to 1400m, from a valley to a ridge. The habitat was mostly in a deciduous forest. The fruit averaged 4.47 ± 1.47 g (1.87~6.89g) in raw weight with two or three peaks in frequency distribution. We also observed obvious variations in fruit shape (AP: apple type and CU: cucumber type) and in fruit setting type (cluster type and normal type). Allometric analyses of fruit proved that the raw fruit weight had a strong relation with fruit diameter, but obscure relation with fruit length. Fruit yield, calculated using the efficiency of gathering (the class mark of logarithmic number of fruits collectable per hour), was 1.4-2.8 (25-630g · hr⁻¹). In comparison with the altitude of the habitat, the raw weight per fruit and fruit yield had a curved relation with a maximum at the altitude of around 1100m.

Key word : *Actinidia arguta*, Fruit, Morphology, Yield, Altitude