

シチメンソウ (*Suaeda japonica* Makino) の研究 —紅葉について—

下山田 隆*, 山田 卓三**, 岩科 司***

*Takashi SHIMOYAMADA, **Takuzo YAMADA, ***Tsukasa IWASHINA: The Study of *Suaeda japonica* Makino —Pigments Included in the Autumnal Leaves—

Betalain are pigment groups specific to Centrospermae and composed of red-purple (betacyanins) and yellow ones (betaxanthins).

In this survey, it was proved that betacyanins were main pigments in the red-purple leaves of *Suaeda japonica* (Chenopodiaceae). Moreover, it was shown by visible spectra of crude acetone and 50% methanolic extracts that color variations of the autumnal leaves were mainly caused by increase of betacyanin contents and decrease of chlorophylls and carotenoids.

Key Words; pigments, autumnal leaves, betalain, *Suaeda japonica* Makino

I. はじめに

シチメンソウ (*Suaeda japonica* Makino) はアカザ科マツナ属の1年草で、新種記載は牧野 (Makino, 1909) による。和名は緑の葉がやがて紅紫色に変わることから七面鳥の面色の変化に由んでつけられたものである。

本種はマングローブやアッケシソウ (*Salicornia europaea* L.), ハママツナ (*Suaeda maritima* (L.) Dumort) などと共に湿塩生植物 (Hydro Halophyte) の一種で、九州北部の一部の海岸と朝鮮半島に分布し (岩村・倉成, 1976; 岩村, 1987; 高橋ら, 1991), 同環境に隣接して生育するヒロハマツナ (*Suaeda malacosperma* Hara) と共に絶滅危急種に数えられている (我が国における保護上重要な植物種および植物群落の研究委員会植物種分科会, 1989)。

本種の群落は沿岸地域や河口域の堆積干潟上に位置し (図1), 満潮時には植物体全体またはその下部が頻繁に冠水するため (図2), 海水や波浪の影響を受けている。この冠水時の水や振動の刺激に対して本種の茎葉が傾震性を示すこと、さらに、日中に茎と葉のなす角度を広げ、夜間に閉じる就眠運動を示すことを、第17回水草研究会

全国集会で発表させてもらったが、これらの葉の運動の生態における意味については今後の研究を通じて考えていきたいと思う。

本種については、葉の形態や特徴、生態や耐塩性、発芽特性など、これまでに幾つかの報告があり (津田, 1947; 畑中, 1960a, 1960b; 田中ら, 1993; Yokoishi and Tanimoto, 1994など), 保全に関するデータや前報の茎葉の運動の発見 (下山田・山田, 1995) も含め、確実に研究は積み重ねられているといえる。しかし、本種の特徴ともいえる秋の紅葉に関する色素の報告は少なく (畑中, 1959), 今後の定性的な研究が新たに期待されるところである。そこで本報ではまず定量的な実験を行い、紅葉時のりん片葉の葉色の变化と各色素量との関係を明らかにすると共に、紅葉最盛期の紅紫色の色素の推定を行った。以上2つの結果について報告しておきたい。

II. 材料および方法

シチメンソウ: 先に述べた傾震性と就眠運動を示す葉は茎の下部につく棍棒状の茎葉である。この茎葉は春に紅葉し、花の咲く9月前後からは茎の下部より黄化し落

*佐賀市立城西中学校, **兵庫教育大学, ***国立科学博物館筑波実験植物園

*Jyosai Junior High School, Honjyo 1021-1, Honjyo-machi, Saga, Saga Pref. 840, Japan

**Hyogo Kyoiku Daigaku, Shimokume 942-1, Yashiro-cho, Kato-gun, Hyogo Pref. 673-14, Japan

***Tsukuba Botanical Garden, National Science Museum, Amakubo 4-1-1, Tsukuba, Ibaraki Pref. 305, Japan



図1 シチメンソウ群落 (東与賀海岸)

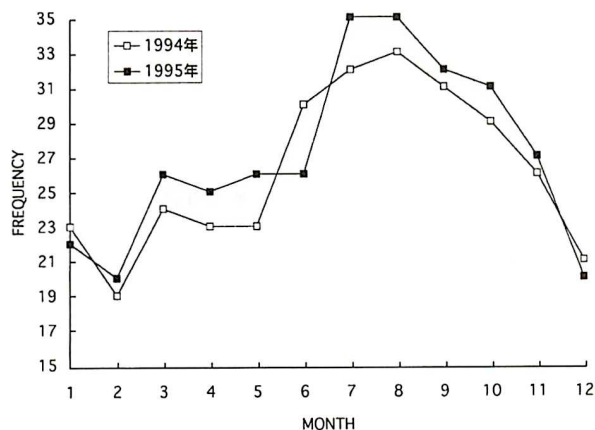


図2 福富海岸のシチメンソウ群落(約5m潮位の高さに自生)における'94,'95年各月の推定冠水頻度
資料: 佐賀県有明水産振興センター編集, 平成6, 7年度「潮汐表(佐の江港)」

図3 採取した *Suaeda japonica* の自生地 (佐賀県)

葉する。本報で扱う紅葉現象を示す葉は、9月中旬以降に発達する花序につく緑色のりん片葉である。このりん片葉は10月下旬頃より緑色から黄色、橙色、紅紫色へと変色し、11月頃に紅葉の最盛期を迎えることになる。一方、黄色のりん片葉のまま枯死する個体も群落中に僅かに観察される。

秋の紅葉時の各色の葉を佐賀県福富町福富海岸のシチメンソウ群落から採取した。この自生地は同県東与賀町東与賀海岸、長崎県諫早市小野島海岸とともに、有明海に面した数少ない貴重な自生地の一つである(図3)。

採取, 抽出: 福富海岸の群落において、緑色、黄色、橙色、紅紫色それぞれの色の葉を10個体より採取し(1994年11月7日)、各色1gに50%メタノール3mlを加えて色素を抽出した(ベタレイン色素の定量, cf. 図4)。また別に、アセトン3mlを加えて色素の抽出を行った(クロロフィル系およびカロチノイド系色素の定量)。以上の抽出を5℃で1昼夜かけて行った。

続いて、抽出した各葉色の抽出液を濾過した後、紫外・可視分光光度計にかけ、可視領域での吸光

度と吸収極大とを測定した。参考までに、抽出前の葉の自然光下での代表的な色彩は以下の通りであった（各番号は「新彩色辞典」に基づく。）

緑色（NCC0365, NCC0397, NCC0414, NCC0422, NCC0470）

黄色（NCC0224, NCC0253, NCC0277, NCC0319）

橙色（NCC0032, NCC1326, NCC1423, NCC1429）

紅紫色（NCC1166, NCC1167, NCC1176, NCC 1215）

呈色反応：紅紫色の葉の色素抽出液に塩酸を加え、沸騰水浴上で5分間処理し抽出液の退色を観察した。また、水酸化ナトリウム溶液を抽出液に加え、抽出液の色の変化を観察した（林, 1991）。

Ⅲ. 結果

シチメンソウの紅紫色の色素について

橙色葉と紅紫色葉の50%メタノール抽出液について分光光度計により調べた結果、橙色葉では537nm、紅紫色葉では542nmに極大が見られた。呈色反応では塩酸を加えた色素抽出液は処理中に漸次退色を示した。これらの極大値の波長と呈色反応の結果より、本種の特徴である紅紫色の紅葉に関する色素は、アカザ科を含む中心子目に特有なベタシアニンであると判明した。

また、水酸化ナトリウム水溶液を加えた実験において黄色に変色したことから、ベタシアニン以外に本種には著量のフラボノイドも存在すると推定された。

紅葉時の葉色の变化と各色素量との関係について

本種の紅葉時の各葉色（緑色、黄色、橙色、紅紫色）に含まれる色素については、次のような吸収特性から推定した。

（ ）内の数字は peak, shoulder の波長域。

- ・クロロフィル系色素（663～665, 606～613nm）
- ・ベタシアニン（534～542nm）
- ・ベタキサンチン（475～486nm）
- ・カロチノイド系色素（471～474, 447～452, 427～432nm）

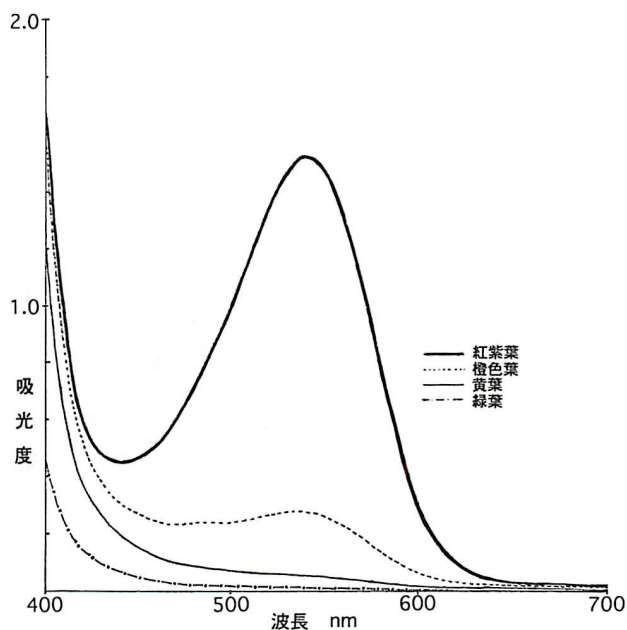


図4 分光光度計による各葉色50%メタノール抽出液の測定結果

黄葉のクロロフィル系色素の吸光度は、緑葉の値の約0.25倍（663～665nmに出現する吸収極大の値）であった。橙色葉と紅紫色葉に残存するクロロフィル系色素量も黄葉のそれとほとんど差が見られなかった。また、カロチノイド系色素も、黄葉の吸光度は緑葉の値の約0.46倍を示したが、他の葉色は黄葉とほぼ等しい値であった。一方、ベタシアニンは緑葉、黄葉、橙色葉、紅紫色葉の順に増加したが、橙色葉からの増加が特に顕著であった。赤紫葉のベタシアニン色素の吸光度は、緑葉の値の約94倍であった（図5）。

Ⅳ. 考察

ベタシアニンとアントシアニンの両方を含む植物はまだ知られていない。本種の紅葉現象にはアントシアニンではなく、他のアカザ科植物と同様にベタシアニンが重要な役割を担っていた。

シチメンソウの秋の紅葉は、一般のアントシアニンによる紅葉現象と同様にクロロフィル系色素の多量の分解に伴い、カロチノイド系色素の影響がクロロフィル系色素よりも強く現れた結果、緑葉から黄葉への変化を示す。続く黄葉から橙色葉、紅紫色葉への移行については、合成されたベタシアニンの増加に伴い、ベタシアニン色素

自身の紅紫色がカロチノイド系色素以上に表出した結果であると判断される(図5)。

このベタシアニンの合成、蓄積は、ヨウシュヤマゴボウ (*Phytolacca americana* L.) や幾つかの植物培養細胞系において細胞増殖期に確認されている(作田・平野・高木, 1993)。本種では芽生え後に紅紫色の色素量の増加が見られることと(春の紅葉)、茎葉の落葉の際に黄色から紅紫色への移行がなく、その後発達するりん片葉において上述の紅葉(秋の紅葉)が認められることから、芽生えの後の茎葉の細胞増殖期(春)と花序のりん片葉の細胞増殖期(秋)の2つの時期にベタシアニンの合成、蓄積が行われると考えられる。

さらに、枯死するまでりん片葉が黄色のままの個体については、ベタシアニン色素の合成、蓄積に何らかの支障が生じていると予想され、そのために赤紫色への移行が阻害されていると考えられる。この形質については遺伝的な確認を含め、ベタシアニンの生合成経路モデル(Strack and Vogt, 1994)に基づいた生化学的な研究が必要であろう。

文 献

- GE 企画センター(株)企画編集部, 1989. 「新彩色辞典」 GE 企画センター(株), 東京.
- 畑中健一, 1959. シチメンソウの生理・生態学的研究 I. 地理分布と二・三の塩生的性質について. 北九州大学外国語学部紀要 II 2 (2): 79-89.
- 畑中健一, 1960a. シチメンソウの生理・生態学的研究 II. 群落の構造. 北九州大学外国語学部紀要 II: 11-20.
- 畑中健一, 1960b. シチメンソウの生態ノート. 採集と飼育 22 (8): 226-230.
- 林 孝三(編), 1991. 「植物色素」 81-85, 養賢堂, 東京.
- 岩村政浩, 1987. シチメンソウの分布と生態—有明海沿岸—. 佐賀の植物 23: 40-48.
- 岩村政浩・倉成靖任, 1976. 塩生植物の分布(1)—有明海沿岸東部—. 佐賀の植物 11 (1): 33-37.
- Makino, T. 1909. Observations on the Flora of Japan. Bot. Mag. Tokyo 23: 11-23.
- 作田正明・平野博史・高木力, 1993. 駒嶺 穆監修「植

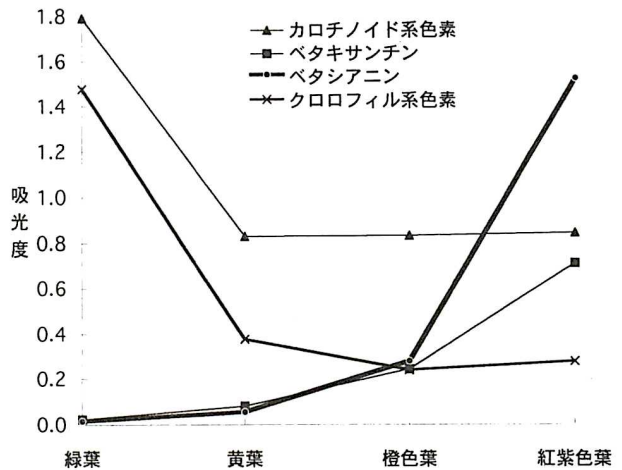


図5 紅葉時の *Suaeda japonica* の各葉色に含まれる色素量

物組織培養の生物学—植物バイオテクノロジーの基礎—」 pp. 182-192, 朝倉書店, 東京

下山田隆・山田卓三, 1995. シチメンソウの葉の運動. 佐賀自然史研究会誌 1: 1-4.

Strack, D. and Vogt, T., 1994. Recent Advances in Research on Anthocyanins and Betalains. 育種学最近の進歩 第36集, 51-58, 養賢堂, 東京.

高橋貞夫・平田真知子・上田治身, 1991. 有明海西岸(長崎県・佐賀県)の海岸等及び福岡県一部の干潟に於けるマツナ属(*Suaeda*)の分布と生態(第一報). 長崎県生物学会 38・39: 43-49.

田中典幸・原田二郎・有馬 進・山田美和子, 1993. シチメンソウ *Suaeda japonica* Makino の生育と組織生態に関する研究. 佐賀大学農学部彙報 73: 69-76

津田道夫, 1947. 塩生植物の生態学的研究. Bot. Mag. Tokyo 60: 703-714.

我が国における保護上重要な植物種および植物群落の研究委員会種分科会, 1989. 我が国における保護上重要な植物種の現状. 日本自然保護協会・世界自然保護基金日本委員会, 東京.

Yokoishi, T. and Tanimoto, S., 1994. Seed Germination of the Halophyte *Suaeda japonica* under Salt Stress. J. Plant. Res. 107: 385-388.