

学位論文題名

A Taxonomic Study of the Japanese Sphacelaria  
(Sphacelariales, Phaeophyceae)

(日本産クロガシラ属の分類学的研究)

学位論文内容の要旨

クロガシラ属 (Sphacelaria) は褐藻クロガシラ目クロガシラ科に属する海産藻類の一分類群で、これまでに100種を超える種が世界から記載されてきたが、近年大西洋の種について Prud'homme van Reine (1982) が分類形質の再検討を行い、多数の種がより基本的な種の異名として否定された。しかし、太平洋ではいまだ本属についてそのような研究がなく、分類学的な混乱を抱えたままである。特に本邦では、18種の新種を含む28種の産出が記録されているものの、そのほとんどは実体が明らかでなく、同定・分類がきわめて困難な状況にある。これは従来の研究が自然藻体の少数の固定標本にのみ頼っていたためであり、本来同種とされるべきものが、異なる生育時期にあるもの、異なる生殖器をつけたもの、あるいは病的なものを観察したために別種とされたケースが少なくない。特に胚芽枝は本属の分類形質として重要な役割をはたしてきたにも関わらず、その形態の種間変異についてはいまだ信頼できる研究がない。また本属の孢子体、雄性配偶体と雌性配偶体は異株であるので各生殖器官を比較するには自然藻体だけの観察では限界がある。

そこで本研究では、本邦に産するクロガシラ属植物を対象に、各地から採取された自然藻体とそれから確立した培養株の観察を行い、主要な分類形質について同一株が示しうる形態変異の幅を明らかにすることによってそれぞれの有効性を検討し、より自然な種の分類を試みた。また、タイプ標本を調査し、分類学的な整理を行った。

本研究の結果、以下の形質が本属の種分類に有効であることが確認された。すなわ

ち、(1) 直立枝の直径、(2) 直立枝の分枝様式、(3) 胚芽枝の垂頂端細胞の分裂様式、(4) 胚芽枝のサイズ、(5) 胚芽枝の分枝様式、(6) 単子嚢の形状、(7) 複子嚢の形状。胚芽枝に関する形質の変異は、種間では多様性に富んでいる一方、種内では安定性を示しているため、特に有用な分類形質となると考えられた。

(3) は、Prud'homme van Reine (1982) によって提示されたグンセンクロガシラ節 (Tribuloides) とミツデクロガシラ節 (Furcigerae) との分離を支持した。(4) は、胚芽枝の全長、肩部の幅、腰部の幅の組み合わせにより、グンセンクロガシラ節内の種を分ける形質として有効であった。(5) は、ミツデクロガシラ節内において有効で、左右対称な2叉分枝を行うもの、左右非対称な2叉分枝を行うもの、2-4叉分枝するものなどに分類が可能であった。また、分枝の基部のくびれは特定の株にのみ認められた。単子嚢と複子嚢に関する形質(6)と(7)は、顕著な種間変異を示し、胚芽枝による分類を裏付けた。

以上の形質の比較によって以下の9種が認められた。1) ハネクロガシラ (Sphaecelaria plumigera Holmes) (以上シュードケートブテリス亜属)、2) ハネグンセンクロガシラ (S. californica Sauvageau ex Setchell et Gardner)、3) グンセンクロガシラ (S. tribuloides Meneghini)、4) ホソグンセンクロガシラ (S. cornuta Sauvageau)、5) ナガグンセンクロガシラ (S. nipponica sp. nov.) (以上グンセンクロガシラ節)、6) ミツデクロガシラ (S. rigidula Kützinger)、7) ヨツデクロガシラ (S. divaricata Montagne)、8) ホソエクロガシラ (S. solitaria (Pringsheim) Kylin)、9) ツクバネクロガシラ (S. yamadae Segawa) (以上ミツデクロガシラ節)。このうち、ナガグンセンクロガシラはこれまでに知られていない形状の胚芽枝を有するので新種として記載した。ホソグンセンクロガシラは本邦新産種である。

これら9種以外の本邦から記載・記録された種の多くは、タイプ標本あるいは原記載との比較・検討を行った結果、ミツデクロガシラ (= S. caespitosa Takamatsu、S. expansa Noda、S. iridaeophytica Nagai、S. iwagasakensis Noda、S. linearis Takamatsu、S. sessilis Takamatsu)、ヨツデクロガシラ (= S. furcigera sensu Reinke、S. hizikiae Noda、S. prostrata Takamatsu、S. tenuis Takamatsu)、ホソエクロガシラ (= S. divaricata f. japonica Takamatsu)、ツクバネクロガシラ

(=*S. pyriformis* Noda, *S. radiata* Takamatsu) の異名と判定された。胚芽枝を持たないことを根拠に記載された *S. iridaeophytica*、*S. hizikiae*、*S. tenuis* は、複子嚢の形状から上述の種の若い配偶体であると判断された。培養下においても、遊走子から発生した配偶体は顕微鏡的な大きさのうちに複子嚢を形成する傾向が認められた。*S. sessilis*、*S. pyriformis*、ホソエクロガシラの種特徴である無柄で梨の実状の「単子嚢」は、その形態から（とくに、後者2種では内部に網状構造が観察された）、水生菌類 *Eurychasma dicksonii* (Wright) Magnus の寄生体であることが明らかになった。これはこの菌類がクロガシラ属を宿主とした初めての例である。

胚芽枝の形態進化に注目し、胚芽枝のないハネクロガシラを除く日本産種8種の系統学的類縁関係について仮説を試みた。グンセンクロガシラ節の胚芽枝は、いずれの種でも基本的に三角形で分枝しないことからミツデクロガシラ節の円柱状で分枝を繰り返す胚芽枝に較べ、原始的であると考えられる。ミツデクロガシラ節の胚芽枝の分枝は多様で、種によって独特な様式が認められる。まず、ヨツデクロガシラとツクハネクロガシラの行う左右対称な2叉分枝は構造上側頂端細胞が常に2個であることに起因しているが、これはグンセンクロガシラ節に由来した原始的な形質を残したものと解釈される。一方ミツデクロガシラの胚芽枝は2叉のみならず3叉、4叉の分枝を行うが、後者のようなタイプの分枝の進化的な獲得は腕枝の分枝点間のセグメントが省略されることによって説明が可能である。また、ホソエクロガシラにみられる左右非対称な2叉分枝はその過渡期的状態と考えることができる。このような胚芽枝の形態における複雑化によって、散布能力の強化あるいは多様な基物への適応化が行われてきたものと考えられる。

これら8種の系統学的類縁関係について、主に上記の形質を用い、ハネクロガシラを外群として分岐分類学的手法で解析したところ、グンセンクロガシラ節とミツデクロガシラ節との分離が支持された。

## 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 吉 田 忠 生  
副 査 教 授 館 脇 正 和  
副 査 教 授 谷 藤 茂 行

### 学 位 論 文 題 名

A Taxonomic Study of Japanese Sphacelaria (Sphacelariales, Phaeophyceae)

(日本産クロガシラ属の分類学的研究)

褐藻植物のなかでクロガシラ属は、大きな生長点細胞や柔組織を形成するその独特な生長様式などでよく特徴づけられた群である。他のいくつかの属とともにクロガシラ目として、目のレベルで取り扱われている。しかし、種のレベルでは、わずかな形態の差で多数の種が記載され、とくに日本ではそれが著しく、これまで数人の研究者によって 28 種が記録されているけれども、種の同定が困難な群であるとされていた。本研究では、日本各地から採集されたクロガシラ属植物を研究室内の制御された条件の下で培養して、ヨーロッパの種で知られていた生活史を確認し、生活史の各段階を通して形態を観察し、野外では観察されにくい有性・無性の生殖器官を得ることができ、体の分枝様式や、胞子のうなど種々な形質の変異の範囲を明らかにすることができた。とくに、この群に特徴的な無性生殖器官である胚芽枝に注目してその形態変異を詳しく追求した。これと平行していくつかの標本室に所蔵されている重要な標本を検討し、過去の文献を調査して、日本産のこの属に 2 亜属と 9 種を認めるという結論に達した。それらは、1) ハネクロガシラ S. plumigera, 2) ハネグンセンクロガシラ S. californica, 3) グンセンクロガシラ S. tribuloides, 4) ホソグンセンクロガシラ S. cornuta, 5) ナガグンセンクロガシラ S. nipponica, 6) ミツデクロ

ガシラ S. rigidula, 7) ヨツデクロガシラ S. divaricata, 8) ホソエクロガシラ S. solitaria, 9) ツクバネクロガシラ S. yamadae である。そのうち1種ナガグンセンクロガシラ Sphacelaria nipponica は瀬戸内海産の独特な胚芽枝をもつもので、新種として記載した。これら9種について、形態的な特徴を詳しく記載するとともに室内培養の経過も述べた。それぞれの種の日本周辺における地理的分布も調査した。その過程で、過去に記載されたもののうち2種は無柄の胞子のうとされたものが寄生菌類の1種 Eurychasma dicksonii の胞子のうであることを明らかにし、独立の種ではないことを示した。その他についても、あるものは生活史の1段階であるとして既に知られている種の異名として整理したものも多い。

種の特徴とされる形態学的な形質のうち、付着器の形態・胞子のうなど13種類の形質をとりあげ、分岐分類学的手法を適用して、種間の系統学的類縁関係を解析し、系統樹の作成を試みたことも、藻類を対象としたものとしてはまだ例が少ない。その結果、クロガシラ属の中で日本には亜属としてシュードケートプテリス亜属（胚芽枝を作らず組織形成が *periclinal type* である）とプロバギュリフェラ亜属（胚芽枝を作り組織形成が *radial type* である）があり、後者は胚芽枝の形態からグンセンクロガシラ節 *Section Tribuloides* とミツデクロガシラ節 *Section Furcigerae* の区別が支持された。

論議の中で、この属に特徴的な胚芽枝の形態の系統学的類縁関係についての仮説を提出し、グンセンクロガシラ節の三角形の胚芽枝が、ミツデクロガシラ節の円柱形で分枝をするものより原始的であるとの考えを述べた。

本研究は、これまで断片的な研究で問題の多かった分類群について、従来の研究方法に、制御された条件下での培養実験も加えて、明快な結論を得たもので、日本の海藻相の解明と、分類学分野での貢献が著しく、審査員一同は、申請者が博士（理学）の学位を受けるのに十分な資格があると認めた。