

総説

景観生態学の基盤としての群植物社会学の理論と方法論

Theory and Methodology of Symphytosociology as a Basis for Landscape Ecology

大野 啓一*

Keiichi OHNO*

Synopsis

In these general remarks about a symphytosociology (symphytocoenology) that forms the basis of a phytosociology and is developed as an applied vegetation ecology, we outlined the process's theoretical development. We also treated the methodology for the classification of several spatial units of community and vegetation complexes, which are principal constituent elements of a landscape.

A sigmataxon (sigmetum) is recognized as a spatial unit of community complex occurring in a series of vegetational succession on a tessela characterized by unique vegetational potentiality. A geosigmataxon (geosigmetum) is a complex of several tesselas, each having a different vegetational potentiality. The geosigmataxon occurs on a catena as a unit of land system, in which each complex of tesselas conjoining with mosaci or zonal patterns repeats itself with a catenal pattern. The sigmataxon and geosigmataxon, with their respective arrangements by serial and catenal criteria, have proven effective for mapping large- or medium-scale vegetation landscapes for ecological analysis and evaluation.

On the other hand, the so-called community group, which a unit of community complex derived from a unit system of vegetation geography, is also a reliable concept for use with vegetation landscapes showing mapped on a small or medium scale.

はじめに

応用生態学の一分野でありかつ学際的研究分野である景観生態学 (landscape ecology) に関して我が国には、植生生態学よりはむしろ農学や地理学の分野で数多くの研究がなされている (井手・武内 1985; 武内 1991, 1994; 井手・亀山 1993; 横山 1995)。武

内 (1991) は景観生態学を「人間と地域環境の係わりを、生態学的視点から分析・総合・評価し、人間にとって望ましい地域環境を保全創造する効果的な施策を考える研究分野」に位置づけている。また景観生態学は、生態学的環境情報に基づいた環境計画を策定し実施していく上で必須なものになってきている。

景観の概念についてはSchmithüsen (1968) が、「景観は自然と人間との関係がつくりだす地域の総体として捉えられるものであり、自然との関係の、事物-空間-時間のシステムである」と規定している。すなわち、景観は任意の広さの地表面の断片で、かつ一定の性格と構造を持った空間単位として理解されている。また景観を構成している主要な環境要素として、地形、

*横浜国立大学 環境科学研究センター 植生生態工学研究室

Department of Vegetation Ecotechnology, Institute of Environmental Science and Technology, Yokohama National University
(1996年12月10日受領)

地質、土壌、気候などの無機的自然環境や植物、人間以外の動物などの有機的自然環境、そして人間社会などの人文的人工環境が知られている。

このうち有機的環境要素の一つであり、かつ植物の集団としての植物共同体 (phytocoenosis) の総体である植生は、気候や地形などの無機的自然環境のインテグレートした結果として景観の中に表現されたものである。すなわち、植生は景観を構成する本質的要素であり、またそれは景観の持つ生態的特性を表現していると言える。このことから植生を自然環境の指標として使用することによって、地域環境の生態学的分析、評価や地域景観の類型区分が可能となる。

このように植生による地域環境や景観の分析、評価、区分は、古くはアレキサンダー・ホン・フンボルト以来の生活型や優占種に基づく相観的な群系類型により、また植物社会学的には、自然植生や代償植生あるいは潜在自然植生 (potential natural vegetation: Tüxen 1956) などの植生単位を用いた植生図により行われてきた。しかしながらいずれの方法も、等質地域 (land unit) など均質な領域において土地的自然や立地診断のための有効な基本単位となるが、より高次の複合的空間単位の領域において土地利用計画や緑地計画などの具体的な環境計画の指針を導き出す際の機能的で生態的な総合評価のための基本単位としては不十分であった。

ある一つの景観領域は、複数の等質地域がモザイク状や帯状など特徴的で規則的な配列をもったより大きな空間単位ばかりでなく、幾つかの等質地域が機能的に結びついた機能地域 (land system) という空間単位によっても構成されている。近年この景観を生態学的に類型区分する際の基本的空間単位としてエコトープ (ecotope) の概念がしばしば用いられるようになってきた。エコトープとは、「生物共同体と環境の諸要素が機能的に結びついた空間的統一体の最小単位であり、かつ景観の生態学的基本単位」と規定されている (Schmithüsen 1968, Troll 1968)。またエコトープは、「ある地表面の領域の中で、空間的構成が生態的に均質であり、それが地表面に繰り返す、多数存在するもの」と理解されている (Schmithüsen 1968, 興水 1993)。すなわちエコトープは、均質な立地特性をもっている等質地域の集合領域で、同じ生態的潜在能力をもった領域としての機能地域に対応している。

Schmithüsen (1968) は植生景観を「景観の植生的要素であり、植生の集合」と考え、植生の集合がモザイク状に形成されている場合これを「景観的植生複合」とした (Theurillat 1991, 1992)。つまり、エコ

トープを構成する生物共同体の一部である植物共同体の多くは複数の植生単位の集合である植生複合から成っていると見える。このことから植物社会学的植生単位の複合単位に基づいて空間区分を行えば、このエコトープと先に述べた植物社会学的植生単位を結びつけることになり、植生の側から地域環境や景観の機能的で生態学的な分析、区分及び総合的な評価を可能にする。

生態学的空間単位としてのエコトープと植物社会学的植生単位を結びつけたのが、景観的植生複合単位の研究から派生した群植物社会学 (symphytosociology) あるいは群植物群落学 (symphytocoenology) の概念である (Géhu 1991; Theurillat 1991, 1992)。本総説は、地域環境や景観の生態学的分析、評価のための有効な方法としての群植物社会学の理論体系やその野外での実践する場合の手法について論じている。

1. 群植物社会学の理論体系の形成

植物社会学を基盤とし、その応用科学の分野である群植物社会学の研究は、植生景観の生態学的分析、評価の手法の一つとしてドイツのTüxen (1973) が提唱して以来、ヨーロッパの、特にラテン語を語源とする言語圏のフランス、スペイン、イタリアの研究者 (Géhu 1974, 1977, 1991; Rivas-Martinez 1976; Rivas-Martinez & Géhu 1978; Pignatti 1978; Géhu & Rivas-Martinez 1981など) によって行われてきた。この群植物社会学がどのように理論体系づけられてきたか、その形成過程について以下に概説した。

1) 植生複合の概念

植物社会学の分野において景観的植生複合に関する研究は意外と少ない。植物社会学が生態学の一分野として確立して間もなく、Braun-Blanquet & Pavillard (1928) は、群落複合 (community complex) を「地形的要因の局地的な相違によって決定づけられた群落のモザイク状の集団」とみなした (Pignatti 1978)。またBraun-Blanquet (1964) は、極相複合 (climax complex) を「ある一つの気候的終局群落に収斂する各種遷移系列の総体」と考えた。

Schwickerath (1954) は、「特定の立地型上に生育する植物群落単位の総体 (先駆相, 途中相, 極相など一次及び二次遷移系列の各相) を包含したもの」として群落環 (community ring) の概念を提唱した。またSchmithüsen (1968) は植生地理学の分野において、古典的な植生地理学的植生区分単位と植生複合単位を用いて景観または植生域の区分のための研究を

行っている。その中で彼は、群落複合に基づいた植生区分に関する単位体系を明らかにしている（宮脇 1968; 大野・宮脇 1986; 大野 1990, Ohno 1991）。

ところでSchmithüsen (1968) が提案した植生複合単位体系の基盤と成っているのが、植生景観を構成する空間的最小単位としての固有の群落遷移結合によって表現される生育区 (Wuchsdistrikt) と、景観の中での群落環の空間的な連合複合であり、かつ空間的基本単位である群落団 (Gesellschaftspul; community group) である (宮脇 1968)。この様な景観的植生複合に関する研究は1960年後半まで行われた。

2) 総和群集の概念

1970年代になると、植生景観に対する群植物社会学的視点からの研究が始まった。そこでは初期の景観的植生複合の研究と同様に、群植物社会学においても複合形態の違いに応じて植生景観が形成されていることを明らかにしている。「潜在自然植生域における群落複合の調査に関する研究」のテーマで最初に群植物社会学の研究を行ったのがTüxen (1973, 1977) である。その後の群植物社会学的研究において、植物群落の集

合の抽象的基本単位として総和群集 (sigmassociation; sigmetum) の名称が与えられた。すなわち、総和群集は、「均質で一定の景観内において、それぞれの潜在自然植生に対応して成立した現存群落の総体」として定義づけられた (Géhu 1974)。また総和群集は、「一定の立地特性を持った地域において規則的に繰り返される植物群落の集合で、従来の植物社会学における抽象的基本単位である群集と同様に、種群 (taxa) のかわりに群落群 (syntaxa) によって導かれる」とした (Tüxen 1979)。

一方, Rivas-Martinez (1976) は総和群集の研究において、「生態的に均質な土地の部分である一つのテセラ (tessela) という限られた地域の潜在自然植生のタイプに対応した代償群落の複合」として群集群 (synassociation; sinassociation) を提唱した。後にこの群集群は、「同じ潜在自然植生の領域にある総和群集の部分」として定義づけられている (Rivas-Martinez & Géhu 1978)。

Géhu & Rivas-Martinez (1981) は群集群の定義を援用して、「単一の潜在立地における同じ遷移系列 (series) 上の全ての植物群落の生育する空間的領

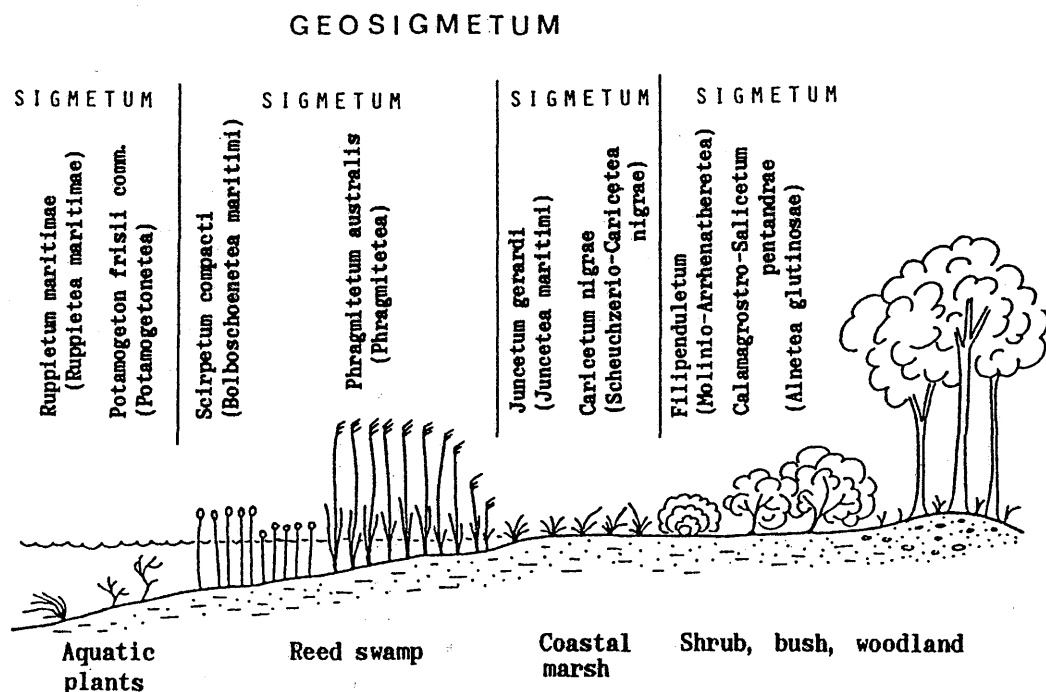


Fig. 1. Coastal geosigmetum including four sigmeta on the Ostsee (after Thannheiser 1986).

域」というように、潜在自然植生と遷移系列の概念を結びつけた定義づけを行っている (Theurillat 1991, 1992)。

日本では、宮脇らがいち早く総和群集の概念を取り入れた植生生態学的研究を行っている (Miyawaki 1978, 1980; 宮脇・鈴木 1979; 宮脇他 1984)。

3) 総和群集区の概念

総和群集は、植生景観を等質地域により類型区分するのに有効な空間的単位であるが、これらの等質地域が機能的に結びついた機能地域を表現するには適していなかった。そこでTüxen (1978a, b) は、Knapp (1975) が提案した群落群区 (geosyntaxa) の名称を援用して、「モザイク状あるいは帯状に関係しあった総和群集の集合が、一つの大きな地域において地理学的秩序をもって繰り返す空間的領域」を、総和群集複合の空間的基本単位として総和群集区 (geosigmassociation; geosigmatum) の概念を提唱した (Fig. 1)。

その後、Géhu & Rivas-Martinez (1981) は、総和群集区を、「一つのカテナ (catena) における植物群落あるいは総和群集の集合の総体の空間的領域の形態」と定義づけている。このカテナの用語は、「空間的な特徴をもつ配列が連続的に繰り返される地形単位」という地理学の概念を援用したもので、総和群集区の定義に使用されているカテナは、「同じ地形単位の集合、あるいは隣接するテセラの集合」のことである。すなわち総和群集区とは、「総和群集の集合がカテナ状に分布している状態」と言える (Theurillat 1991, 1992)。

このようにして、植生景観を生態学的に類型区分するための空間的基本単位である総和群集及び総和群集区概念が確立され今日に至っている (Table 1)。

2. 群植物社会学的調査の方法論

Géhu (1991) は、総和群集の研究を「植生系列の内容、遷移系列上の植生集合の組み合わせに関する空間的研究分野」としている。また総和群集区の研究は、「植生集合間の、また景観内の植生地理学的単位の遷移系列網間の、あるいはそれらの複合が関係するカテナ的、地理学的現象を分析する研究分野」と考えている。一方、Theurillat (1991, 1992) は、「総和群集は遷移系列的基準に基づいて、また総和群集区はカテナ的基準に基づいて景観的植生複合の評価される」とした。さらに彼は、「遷移系列基準では、テセラやマ

クロテセラ (macrotesela) の2段階で、カテナ基準ではハイボカテナ (hypocatena)、カテナ (catena)、ハイパーカテナ (hypercatena)、そしてメガカテナ (megacatena) の4段階で理解される」としている。すなわち、彼はこれらの基準が、様々な段階の大きさの植生複合単位により階層的に区分し、その配列や分布の特徴を表現する必要があること、また景観の中の植生複合単位は、それらを表現するに相応しい尺度をもっていることを明らかにしている。

本総説では、総和群集及び総和群集区は大縮尺 (1 : 5,000以上のスケール) から中縮尺 (1 : 10,000~1 : 50,000のスケール) レベルにおいて表現できる植生複合単位であり、伝統的な植生地理学的植生区分単位は中縮尺~小縮尺 (1 : 100,000以下のスケール) レベルにおいて表現できるものとして群植物社会学的調査の方法論を展開している。

1) 総和群落調査の方法

地図上の中縮尺~大縮尺レベルで表現できる植生複合単位を対象とした総和群落調査 (sigmarelevé) では、同質の潜在自然植生が分布する領域もしくは植生相観的にも地形的にも均質で様なテセラにおいて、先駆相から終局相に至る同じ一次および二次遷移系列上の群落の集合としての群集群を対象として調査を行う (Géhu 1974, 1991; Géhu & Rivas-Martinez 1981; Theurillat 1991, 1992)。一般的にこれらの群落複合はモザイク状 (mosaic)、帯状 (zonal)、そして重層的 (überlagerungs; superpositional) な分布形状を呈している (Dierschke 1994)。このようにして得られた総和群落調査資料は、総和群落組成表にまとめられ、基本的な群落複合単位としての総和群落 (sigmataxon) が識別される (Table 2)。

特定の総和群落は地形的にもまた植生的にも一定の分布特性を持っている。また一つの総和群落の分布領域は、潜在的に等質な立地とそこに生息する生物共同体で構成された空間的単位としての生物生地 (ビオトープ: biotope) に対応する (宮脇 1968; 大野 1996)。

別の異なる地域において、同質の潜在自然植生の領域または基本立地に分布する各総和群落を総和群落組成表により相互比較を行うことによって、基本的な群落複合単位としての総和群集が抽出される。植物社会学的群落体系と同様に、総和群集はさらに高次の群落単位である総和群団 (sigmion)、総和オーダー (sigmetalia)、総和クラス (sigmetea) にまとめられる。

Table 1. Comparison of symphytosociological units prescribed by several authors (after Theurilla 1991, partly modified)

Tüxen (1973)	Tüxen (1977)	Tüxen (1978a, b)	Tüxen (1979)	Gáau & Rivas-Martínez (1981) Rivas-Martínez (1985)	Otmo (1980, 1991)	Theurillat (1991, 1992)	Otmo *		Catenal level	Chronological level
							large scale	small scale		
Vegetationskomplex	Sigmassoziation	Sigmatum (primär, sekundär, tertiär)	Sigmatum (primär, sekundär, tertiär)	sigmatum (= sinmassociation)	community group	sigmassociation macro-sigmassociation hypergeosigmassociation geosigmassociation	sigma-taxon (sigmatum)	sigma-taxon (sigmatum)		vegetation region
Fliesengefüge	Sigmassoziationskomplex	Geosigmatum (Sigmatum-Komplex)	Geosigmatum	geosigmatum	community group	hypergeosigmassociation méga-geosigmassociation mésochorosigmassociation macrochorosigmassociation méga-chorosigmassociation giga-chorosigmassociation holo-chorosigmassociation	geosigma-taxon (geosigmatum)	geosigma-taxon (geosigmatum)		community group
			"Meso-Geosigmatum" (?) Holosigmatum (?)	district secteur province région royaume	vegetation region					
		(?)								
	(?)									

* see Table 2 and 3 in Text

Table 2. Several units of vegetation landscapes and their spheres on a large scale

sigmataxon (sigmetum) sub-sigmataxon (essential community-complex)	geosigmataxon (geosigmetum) sub-geosigmataxon (essential community-complex)	symphytosociological unit of community-complex
unique vegetational potentiality	plural vegetational potentiality	vegetational potentiality of habitat (site)
serial	catenal	correlation of communités
mosaic, zonal, superposed	mosaic, zonal (catenal), transitional	distributional pattern
tessela (macro-tessela)	catena	symphytocoenological domain
biotope (phytotope) Fliese	ecotope Fliesengefüge	ecological domain

Table 3. Comparison and equivalence of symphytosociological (Tüxen 1979) and spatial units of vegetation complexes

Symphytosociological units (Tüxen 1979)	Spatial units of vegetation complexes
Holosigmetum	Vegetation region
Meso-Geosigmetum	Vegetation sub-region
Geosigmetum	Community group
Sigmetum	Community sub-group

2) 総和群落区調査の方法

総和群落調査が単一の潜在自然植生の領域あるいは均質な基本立地に分布する全ての植物群落を研究対象として総和群落を識別するのに対し、地図上の中縮尺～大縮尺レベルで表現できる植生複合単位の複合領域を対象とした総和群落区の調査 (geosigmarelevé) では、複数の潜在自然植生がモザイク状、帯状もしくはカテナ状 (catenal) に分布する領域 (カテナ) に分布する全ての植物群落および総和群落を研究対象として総和群落区 (geo-sigmataxon) の識別を行う。すなわち総和群落区とは、隣接する植物群落およびその集合が一定で規則的な配列 (帯状もしくはカテナ状) あるいは配置 (モザイク状および移行帯における相互に交錯した状態 (Durchdringungskomplex) など

をもった空間的な群落複合単位が連続的に分布する領域である (Géhu 1991, Theurillat 1991, 1992)。特定の総和群落区は地形的にもまた植生的にも一定の分布パターンを持っている。また一つの総和群落区は、生態的に均質な空間的単位としてのエコトープに対応する (Table 2)。

総和群落区は、基本立地および基本立地結合に分布している潜在自然植生の領域の空間的大きさや生態的立地特性により、小総和群落区 (micro-geosigmataxon)、中総和群落区 (meso-geosigmataxon)、大総和群落区 (macro-geosigmataxon) などの階級的空間単位に分類される。また各単位は、それを表現するにふさわしい縮尺領域を持っている。

小総和群落区は、縮尺1:500程度でスケールで表現

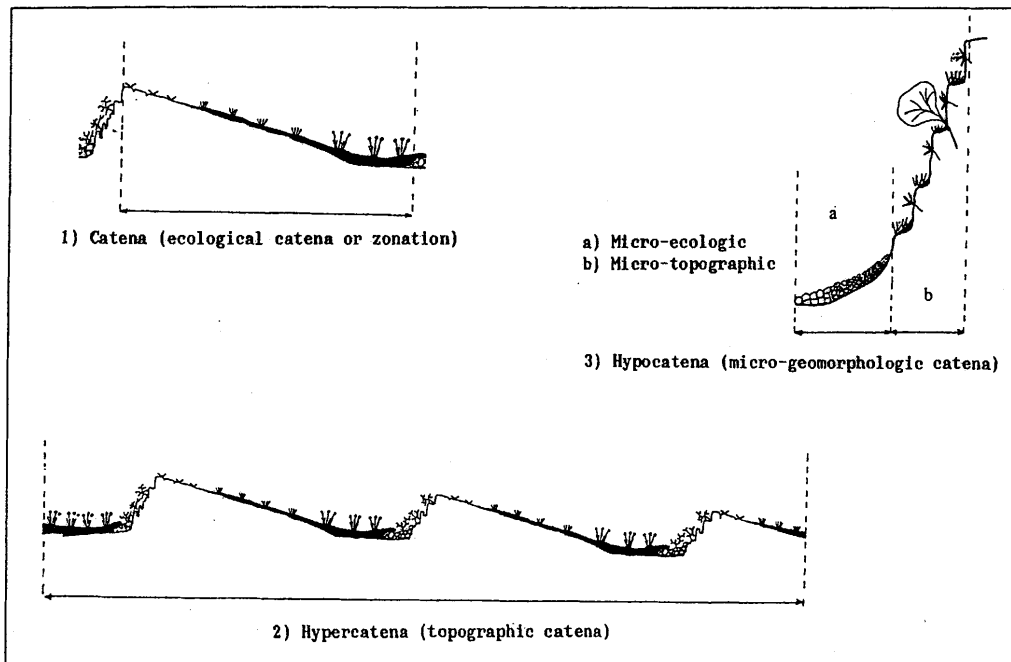


Fig. 2. Three types of catenas distinguished in the landscape analysis of the vegetation (after Theurillat 1992).

可能な調査対象が分布する領域である。例えば高層草原におけるブルト（小凸地）とシュレンケ（小凹地）の様に、一様な植生景観を呈する領域において、微地形的立地の変化に対応して潜在立地を異にする植物社会学的単位がモザイク状あるいはカタナ状に群落複合を形成した空間単位として理解される（Table 2）。

中総和群落区は、縮尺1:5,000程度のスケールで表現可能な調査対象が分布する領域である。例えば一様な地形形状を示す山腹斜面における斜面上部、斜面中部、斜面下部のように、水分条件や土壌条件など生態的環境傾度の変化に応じた基本立地の配列に従って、潜在立地を異にする植生単位が帯状もしくはカタナ状に群落複合を形成した領域に相当する（Fig. 1, 2）。

大総和群落区は、縮尺1:50,000以下の小スケールで表現可能な調査対象が分布する領域である。一つの渓谷のように多少とも均質な地形景観を呈する地域において、複数の小総和群落区および中総和群落区により構成された複数の植生複合単位がモザイク状もしくはカタナ状に、繰り返し分布する領域として理解される（Fig. 2）。

3) 植生景観調査の方法

植生景観調査は、基本的には現存植生図もしくは植

生調査地点図を用いて植生景観分析、評価する方法である（大野・宮脇 1986; 大野 1990, 1991, 1994, 1996）。中縮尺あるいは大縮尺の現存植生図を用いた群植物社会学的調査では、植生景観は基本的に総和群落と総和群落区で構成されているとの考えから、総和群落調査と総和群落区調査を同時に、並行して行う植生景観調査（relevé of vegetation landscape）が用いられる。

植生景観調査は、ある地域の任意の広さの土地的空間において、単一あるいは複数の潜在自然植生から成る単一の基本立地およびそれら基本立地の組み合わせである基本立地結合の領域に分布する全ての植物群落および植生複合単位を対象として分析を行う。すなわち植生景観調査では、ある任意の土地的空間（単一の潜在自然植生からなるテセラあるいは複数の潜在自然植生を含むカタナの領域）において、植物群落およびその集合が一様で規則的な配列を示している領域（テセラ）あるいはその領域が連続的に一定の分布パターンを呈している複合領域（カタナ）に分布している全ての群落を調査対象として調査を行う（Table 2）。

総和群落組成表の操作過程において、植生遷移系列上の植物群落の基本的結合を示す遷移系列的群落群（serial syntaxa）とカタナ状に分布する植生複合の

基本的結合を示すカテナ的群落群 (catenal syntaxa) などの基本的群落複合単位 (essential community complex) を抽出し、それらの識別群落群に基づいて基礎的群落複合単位である総和群落 (sigmataxon), 下位総和群落 (sub-sigmataxon) および任意の土地的空間における基礎的植生複合単位である総和群落区 (geosigmataxon), 下位総和群落区 (sub-geosigmataxon) を識別する (Table 2)。

一方、小縮尺～中縮尺レベルの植生景観調査では、総和群集や総和群集区といった植生複合単位は使用せず、Schmithüsen (1968) の提案した構造的植生区分単位を援用した群落及び植生複合単位に基づいた群植物社会学的調査を行う。つまり中縮尺及び大縮尺レベルでの総和群集及び総和群集区調査では調査区を設定する場合、植物社会学の調査と同様に、厳密に同質の立地に調査方形区を設定する必要がある。しかし小縮尺レベルの地形図上では、厳密に調査区を設定するのは困難であることから、メッシュ図 (mesh map) を利用した植生景観調査を行う場合が多い (Fig. 3)。

メッシュ図を用いた群落及び植生複合単位の識別の方法は、基本的には総和群集調査とほぼ同様であるが、調査対象は現存植生の総体ではなく自然景観を構成している自然植生の複合である群落団 (community group) が基本単位として使用される (大野 1990, 1991, 1994, 1996)。この群落及び植生複合単位の体系は、Schmithüsen (1968) の植生景観単位体系を援用したもので、基本単位である群落団の下位単位として群落亜団 (community sub-group) が、また上級単位として、植生群亜域 (vegetation sub-region) とその上位の植生群域 (vegetation region) にまとめられている (Table 3)。

識別された群落及び植生複合単位は、年平均気温、年降水量等の気象データ、海拔高度、傾斜、水系密度などの地理的数値情報を用いた多変量解析に基づいた当該地域の自然環境との類型化が行われる。その結果、当該地域に分布する各複合単位の生態的あるいは地理的分布特性が評価される。一般的に小縮尺～中縮尺の地形図を用いた植生景観調査は、潜在自然植生域の評価、区分に有効である (Fig. 3)。

おわりに

近年日本においても、貴重な自然資源や遺伝子源の保全、新たな自然空間の創造、生物的多様性の修復、ビオトープやエコトープの再生など自然環境の生態学的保全、管理の手法を取り入れた環境計画や土地利用

計画が立案され、かつ実施されるようになってきた。こうした人間社会の健全で快適な生活環境を永続的な発展を目指した生態学的環境計画の策定にあたっては、事前にその土地固有の植生景観や自然環境など、その土地固有の潜在能力 (環境質あるいは環境容量) を正確に把握しておく必要がある。

景観生態学の基盤としての群植物社会学あるいは群植物学の理論とその調査手法は、植生の側から当該地域の自然景観の生態学的分析、評価を可能にする。すなわち、小縮尺から大縮尺レベルに至る各縮尺領域において、当該地域における総和群集調査及び総和群集区調査により識別される景観的植生複合単位は、潜在自然植生域の判別、自然景観の生態学的分析、評価のための基準となる。こうした群植物社会学的研究成果は、地域の生態系を保全しながら、人間と自然の共存を可能にする生態学的環境計画や環境政策の指針となることが期待される。

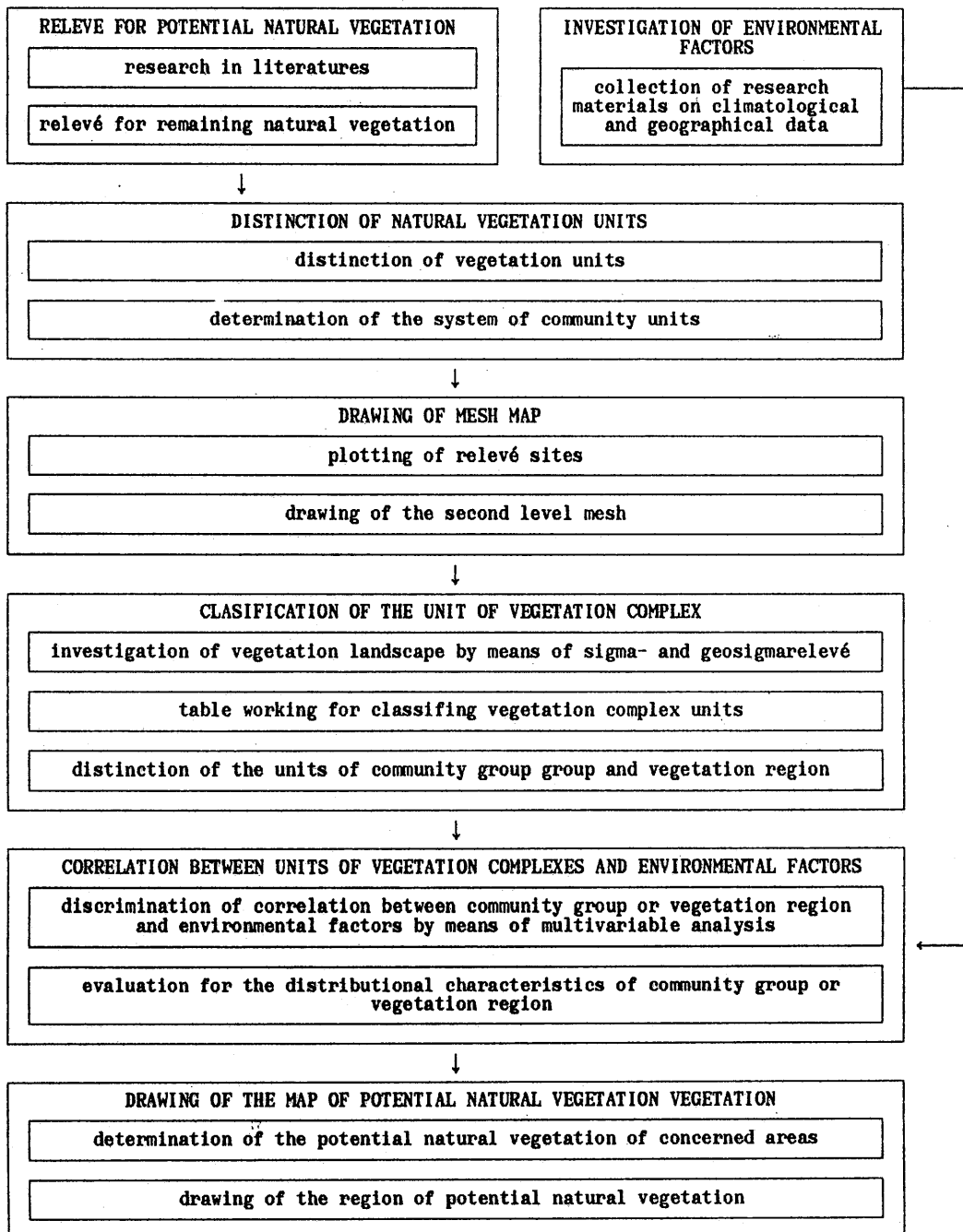


Fig. 3. The process of a symphytosociological approach for discriminating and mapping of a potential natural vegetation based on the unit of vegetation landscape (in the case of a map drawn on a small or medium scale).

引用文献

- Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziozoologie, Grundzüge der Vegetationskunde. 3. ed., 865 pp. Springer, Wien/New York.
- Braun-Blanquet, J. & Pavillard, J. 1928. Vocabulaire de sociologie végétale, ed. 3, 23 pp. Roumégous & Déhan, Montpellier.
- Dierschke, H. 1994. Pflanzensoziozoologie, Grundlagen und Methoden. 683 pp. Ulmer, Stuttgart.
- Géhu, J.-M. 1974. Sur l'emploi de la méthode phytosociologique sigmatiste dans l'analyse, la définition et la cartographie des paysages. C.R. Acad. Sc. Paris. 279: 1167-1170.
- Géhu, J.-M., 1977. Le concept de sigmassociation et son application a l'étude du paysage vegetal des falaises atlantiques Françaises. *Vegetatio*, 34 (2): 117-125.
- Géhu, J.-M. 1991. L'analyse symphytosociologique et geosymphytosociologique de l'espace. *Theorie et Methodologie*.
- Géhu, J.-M. & Rivas-Martinez, S. 1981. Notions fondamentales de Phytosociologie. *Ber. Int. Symp. Int. Vereinigung Vegetationsk.* 1980: 5-33.
- 井手久登・亀山 昭 1993. 緑地生態学. 188 pp. 朝倉書店. 東京.
- 井手久登・武内和彦 1985. 自然立地の土地利用計画. 227 pp. 東京大学出版会. 東京.
- 興水 肇 1993. 景観としての土壌. 松井健・岡崎正規 (編著): 環境土壌学. 47-57 pp. 朝倉書店. 東京.
- 宮脇 昭 (訳) 1968. 植生地理学. 307 pp. 原著: J. Schmithüsen (1961): *Allgemeine Vegetationsgeographie*. 463 pp., 朝倉書店. 東京.
- Miyawaki, A. 1978. Sigmassoziation in Mittel- und Süd-Japan. *Ber. Intern. Sympos. 1977. Assoziationskomplexe (Sigmeten)*. 241-265 pp. J. Cramer. Vaduz.
- Miyawaki, A. 1980. Versuch der Darstellung eines Japanischen Landschaftssystem nach Sigmassoziation am Beispiel des Sagami-Flussgebietes in der Kanto-Ebene, Mittel-Honshu. *Ber. Intern. Sympos. 1980. Ephonie*. 399-408 pp. J. Cramer. Vaduz.
- 宮脇 昭・大野啓一・藤原一繪・林 寿則・北山雅弘・原田 洋 1993. 内子町の植生. 122 pp. 内子町 (愛媛県).
- 宮脇 昭・鈴木邦雄 1979. 榛名地区の総和群集一植物社会学的景観区分. 上越新幹線建設に伴う環境調査研究報告書 (昭和53年度), 97-127 pp. 小金井.
- 宮脇 昭・鈴木邦雄・金 聖徳 1984. 静岡県の生態立地図一植生情報による地域環境評価の基礎として. 120 pp. 静岡県.
- 大野啓一 1990. 北海道 (北部日本) における植生域の評価, 区分に関する植生生態学的研究. *横浜国環境研紀要*, 16: 197-215.
- Ohno, K. 1991. A vegetation-ecological approach to the classification and evaluation of potential natural vegetation of Fagetea crenatae region in Tohoku (northern Honshu), Japan. *Ecol. Res.* 6: 29-49.
- Ohno, K. 1994. A symphytosociological approach to the evaluation and classification of the potential natural vegetation regions in Shikoku, southwestern Japan. *Colloques Phytosociologiques* 23: 77-94.
- 大野啓一 1996. 大分市の植生. 114 pp. 大分市.
- 大野啓一・宮脇 昭 1986. 本州中部山地帯の森林群落に関する植生地理学的研究. *Hikobia*, 9: 417-429.
- Pignatti, S. 1978. Zur Methodik der Aufnahme von Gesellschaftskomplexen. *Ber. Intern. Sympos. 1977. Assoziationskomplexe (Sigmeten)*. 27-41 pp. J. Cramer. Vaduz.
- Rivas-Martinez, S. 1976. Sinfitosociologia, una nueva metodologia para el estudio del paisaje vegetal. *Anales Inst. Bot. Cavanilles*, 33: 179-188.
- Rivas-Martinez, S. & Géhu, J.-M. 1978. Apport de l'excursion de l'Association amicale francophone de phytosociologie à la connaissance des synassociations de l'étage subalpin du Valais Suisse. *Ber. Intern. Sympos. 1977. Assoziationskomplexe (Sigmeten)*. 151-159 pp. J. Cramer. Vaduz.
- Schmithüsen, J. 1968: *Allgemeine Geographie* (ed. 3). *Lehrbuch Allgemeinen Geographie* 4. 463 pp. Gruyter & Co., Berlin.
- Schwikerath, M. 1954. Die Landschaft und ihre Wandlung auf geobotanischer und geographischer Grundlage entwickelt und

- erläutert im Bereich des Messtischblattes Stollberg. 118 pp. Georgi. Aachen.
- 武内和彦 1991. 地域の生態学. 254 pp. 朝倉書店. 東京.
- 武内和彦 1994. 環境創造の思想. 198 pp. 東京大学出版会. 東京.
- Thannheiser, D. 1986. Synsoziologische Untersuchungen an der Küstenvegetation. Abh. Westfäl. Mus. Naturk. 48 (2/3): 229-242. Münster.
- Theurillat, J.-P. 1991. Etude et cartographie du paysage végétal (symphytocoenologie) dans la région d'Aletsch (Valais, Suisse). 398 pp. Thèse de doctorat és Sciences, Université de Bern.
- Theurillat, J.-P. 1992. L'analyse du paysage végétal en symphytocoenologie: ses niveaux et leurs domaines spatiaux. Bull. Ecol., t. 23 (1-2): 83-92.
- Troll, C. 1968. Landschaftsökologie. Ber. Intern. Sympos. 1963. Pflanzensoziologie und Landschaftsökologie. 1-21 pp. Junk. Den Haag.
- Tüxen, R. 1956. Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. Angew. Pflanzensoziologie 13: 5-42.
- Tüxen, R. 1973. Vorschlag zur Aufnahme von Gesellschaftskomplexen in potentiellen natürlichen Vegetations gebieten. Act. Bot. Acad. Sci. Hungaricae, Tomus 19: 379-384.
- Tüxen, R. 1978a. Bemerkungen zu historischen, begrifflichen und methodischen Grundlagen der Synsoziologie. Ber. Intern. Sympos. 1977. Assoziationskomplexe (Sigmeten). 3-11 pp. J. Cramer. Vaduz.
- Tüxen, R. 1978b. Versuch zur Sigma-Syntaxonomie mitteleuropäischer Flusstal-Gesellschaften. (idem). 273-283 pp. J. Cramer. Vaduz.
- Tüxen, R. 1979. Sigmeten und Geosigmeten, ihre Ordnung und ihre Bedeutung für Wissenschaft, Naturschutz und Planung. Biogeographie, 16: 79-92.
- 横山秀司 1995. 景観生態学. 207 pp. 古今書院, 東京.