

菌類社会学の方法論についての検討 (I)*

最小調査面積に関する問題点

岡 部 宏 秋・四手井 綱 英

Studying of Myco-sociological Methods (I)

Problems in Relation to Minimal Investigation Area

Hiroaki OKABE and Tsunahide SHIDEI

目 次

要 旨	38	及ぼす影響	
1. はじめに	38	3. 場所と調査方法	41
2. 総 説	39	4. 結果と考察	42
2-1. 最小調査面積のとらえ方		5. 引用文献	45
2-2. 菌類の生活型が最小調査面積に		Résumé	45

要 旨

高等菌類を集団社会として扱う考え方は、菌類社会を地理学的に扱っている内に表われた副産物といってよい。すなわち、個々の菌に有機的関係が見られることを表現したのは、地理学的見地から得られた所産であった。

したがって最小調査面積も、地理学的側面での研究の充足を主旨としていた。このようなことから、たとえ永久プロットを設定したとしても、この考え方がある限り集団社会を理解してゆく姿勢の助けとはならない。そこで、いわゆる菌類を社会学的に扱ったときの最小調査面積設定方法について調査面積と調査期間を追求したところ、調査面積は (1) 式によって表わされ、調査期間は種数一面積曲線の種数を百分率で表わすことにより、日本においては 1 回の結実期のピーク、すなわち梅雨期、秋期のいずれかで定められるという見通しがついた。これらは、高等菌類の空間利用の方法についての理解の面へと発展してゆく。いずれにしても、高等植物の種々の概念とは質的に異なることをふまえての発展であることを忘れてはならない。

1. は じ め に

高等菌類を社会学的に扱うということに対し、一定地域内での調査を開始したのは、HÖFLER (1937) であるが、菌類を集団とみなす社会学的根拠など、基軸ができていなかったことから、種々の問題が生じたときには、植物社会学的方法論の模倣を行なうか、もしくは問題点を、あえて表に出すことはしなかったとも言えよう。彼は、その時代の背景にのっとり、菌類社会学の考

* Contributions from JIBP PT No. 149

察の中に、分類学および地理学的側面を内在させていることを暗に認めていた。したがって、社会学という意味は、高等植物における社会学の方法論に等しく、独自の展開は行なってはならず、一定面積に生ずる菌類組成を表示するにとどまっていた。もちろん、組成表示は、社会学の前提条件とも言えるから、重要であるが、菌類社会として扱うその根拠を自然観察の直観によって社会の構造的な側面の追求までにはいたってないと言える。その側面の追求は、いわゆる菌類社会学者ではなく、むしろ生理学者たちであった。その発端は、抗性物質、および、菌根菌と腐朽菌との区別あたりから見られる。菌類社会学は、以上のことから、植物社会学の一部門として扱われてきた傾向があったと言ってよい。しかし、植物社会学が以前の類型化社会学から組成と構造の連関、おのおのの単位集団間の干渉態の解明への展望を見せはじめている現在、改めて菌類社会の生活型等、その特異性を列記し、その上で考察してゆく必要があると思われる。これらのことを踏まえて以下の考察を行ないたい。特に、2個所の調査結果をもとにして、最小調査面積の決定について論述する。

なお、本調査を行なうに当たり、シカシ林を快く提供していただいた、京都市左京区岩倉の平岡仁郎氏、林分設定に協力をいただいた伊佐義朗氏、また調査と助言に終始力添えをいただいた京大応用植物研究室横山和正氏、京大森林生態研究室の各位に深く感謝する。

2. 総 説

2-1. 最小調査面積のとりえ方

高等菌類は、野外調査を行なうとき他の微生物にはない特徴、すなわち結実現象(子実体形成)の把握の容易さという点で、野外での生態調査に希望を与えてくれる。このことが直接菌類社会学発足に影響したとは思われないが、古くから食用に供され親しまれていたことは、直観的に菌類の生活場所への興味を発達せしめ、やがて森林単位の菌類組成を調べることまで行なうようになった。ここに研究の初の段階がある。次の段階に進むには、菌類社会の構造を知る方法が必要である。さて、その第一段階である種組成の記載は、すなわち、ある場所での標徴種を列記することは、社会学の一端であるが、これまではむしろ小地域の菌類地理学として経緯をたどっていると言える。その理由は、地理学と分類学が先行していたためと、一つの集まりとして認識するには、菌類の生活型に、生活史に問題があったからであろう。ある場所での標徴種を知る方法として考え出された最小調査面積の設定は、高等植物を対象として考案されねやのであるが、それはそのまま菌類に対しても使用されるに到った。この最小調査面積とは、改めて述べるまでもないが、一定空間の種組成が、その区域の集団を標徴しうる範囲内で最小に表現される面積、すなわち種組成が飽和状態になっていると考えられる最小単位の種の組成を持つ面積である。普通、これを最小面積 (Minimal area) と呼び、これは母集団を代表する標本であり、最小面積設定とは、その標本抽出である。この抽出は菌類に対しては母集団の選定に作為的抽出であらねばならない。このことは後述する。この最小面積を知る手だてとして種数一面積曲線が一般的である。この方法は考え方を変えれば、社会構造の型を表わしており、また、群落の特徴を抽出する糸口ともなると考えられる。単に種数一面積曲線が最小決定に用いられるばかりでなく、群落の特徴を知る方法への展開が期待される。すなわち、標徴種の列記を目的とすることと、単位集団的なとりえ方を目的とすることが交錯しやすい最小面積の問題である。これまでに最小面積に関して記述している論文には、一体に最小面積をどのように扱っているのか明示していないものが少なくない。ここでは、単位集団として扱う側面に沿った考え方を進める。もちろん、種の標徴を目的とする本来の最小面積に対するとらえ方も織込む。

これまでに最小面積に触れている論文から、いくつか言葉を拾うと、HÖFLER (1937)¹⁾ はコドレート 100 sq. m を5箇所に設置したが、群集の完全を目録を作ることはできないとした。LEISCHNER-SISKA (1939) も同様に示している。このことは、何を目的として最小面積を考えたのか、その意図に疑問を持つ。KALAMEES (1968)⁴⁾ は Estonian において 900~1000 sq. m 大きくは 0.5 ha を提案している。その際いままでの調査面積は、あまりに小さな面積で満足しようとしていたことの欠陥を指摘した。

さらに、場所に応じて面積設定すること、そして大面積を一個所に設定しそれを調査対象とすることは好ましいことではなく、小さなコドレートを分散させることを良しとしている。このことは MORTEN LANGE も賛同している。MOSER (1959)⁹⁾ はある一定の面積内で集中的に種検索するのと、それ以外の場所における調査は必ずしも一致しないと言う。こうこったことを踏まえて HUECK (1953)³⁾ は高等植物との関係も置きざりにはできないが、高等菌類の社会を独自に追求することが、分類学的にもまた “the hap-hazard appearance of carpohores” といったことなどから生ずる菌類社会学の難問を解くアプローチにもなることを付け加えている。以上のことから判断すると、群落単位そのものの把握の方法に混迷を覚える。菌類が従属栄養生活型であることは、同時に森林の高等植物という環境に大きく左右されることを意味しており、したがって菌類社会は樹種構成に依存するものという仮定が生まれる。この仮定とは、同じ樹種構成であっても菌類の社会構成に変化がある可能性は充分だからである。最小面積決定については多くの問題を含んでいるようである。その問題点について以下論述する。

2-2. 菌類の生活型が最小調査面積に及ぼす影響

一定面積内の種組成を示すことは、その空間のある時間の断面で示したものであるから結実現象が不安定な菌類では調査期間に多大の時間を持たねばならないことになり、ある時間内の正確な種組成記載は結実現象からだけではできないことになる。その意味では、たとえ種数一面積曲線が描かれたとしても、正確には Simulation であるかもしれない。しかし、時間を決め、一定空間で調査を行なうことは、筋道の立つことであり、重要な手段とも言える。前述したように、最小調査面積を検討する際に、何を目的として行なうかは大切なことであろう。ある極盛相を形造っている森林の菌類標徴種を決定するのには、短期調査では広い面積を、長期調査では、それよりは狭い面積を調査するという経験則がある。このことは種数一面積曲線を描くときの種数を絶対数として表示すれば、相応の理解ができる。一方2~3年で一定面積内の菌類の動向を調べる場合、どれ程の面積があれば、標徴種を含むのか決定を迫られた場合には、その調査過程に質的に相違を生じている。後者は種数を百分率で示し種数一面積曲線を描いたときに理解されることと言える。詳細は後述する。以上のことは、社会学において、構成を知ることと構造を知ることとはその過程に相違を示していたことほかならない。今までに行なわれた調査では、構成にだけ着目していたということである。

次に最小調査面積を決定できる期間はどれほどであるか等を含めて考察してみる。高等菌類の分布という場合、結実現象を見るのみであるから、平面分布を示しており、腐植層の深さに伴い、その生活場所を異にしているかどうかという立体空間まで考えているわけではない。その分布は従属栄養型である菌類には、基質の分布が重要な影響を持つ。すなわち、高等植物のフローラに伴い菌類相も変化する。腐朽菌・菌根菌共に高等植物のつくっている環境に大きく影響を受ける。これが菌類の生活の場であるから最小調査面積設定に、母集団がどのようなものであるか、はっきりさせる必要があり、標本抽出の際には、作為的抽出が必須であろう。具体的には、シイカシ林に一本のマツがあるとするとそのマツを基質とした菌類が出現することになり、コド

ラートのある部分にだけ、そのマツが点在していたとすれば、同じ面積でシイカシ林であった場合より種数は増大し、最小調査面積に大きく影響する。このようなことから、基質を求めるといふ菌類の性質で、単位集団をまとめることはできないかと考えられる。加えて樹種構成、樹齢の相違、環境の変化に伴う集団の変化も上記に付随して考察されねばならない。

菌類を扱うことは、現在のところ、結実・不結実を考慮に入れて調査期間を問題としなければならない。このことは、菌糸を追求する手段が未完成であることから生ずることである。では調査期間とは、どのように表現できるであろうか。菌類が生殖生長をいつ行なうか、それは菌類相という点からは、季節変化を示す。菌根菌が樹齢構成などに関係して種組成の変化をきたすこの意味の菌根菌のサクセッションと、腐朽菌が基質の分解過程において、言い換えれば腐朽過程における物質変動系列のある位置に生活の場を占めるという意味のサクセッションを内容として季節変化を示している。問題はサクセッションという時間軸で最小調査面積がどのように影響を受けるかである。菌根菌においては、おのおのの樹齢構成に応じた結実現象が見られるのが経験的にわかっているが、ではある菌が結実現象を示すその間の樹齢の範囲はどれほどであろうか。また腐朽菌は、物質の分解に伴って生活の場の確保が認められるわけであるから、物質の分解一行程で一度の生活の場が確保できるわけである。このようなことから、また最小調査面積は一定空間をある時間の断面で決定するものであるから、調査期間を10年間とすることなどは、サクセッションそのものを扱うなうともかく、目的が異なっていると言えよう。では、調査期間の最少はどれほどかと言うと抽象的には、サクセッションの変化の見られない期間と言えるが具体的には、現在のところ示されていない。

3. 場所と調査方法

Site No. 1

場所は京都市左京区岩倉。調査区外は、*Pinus densiflora* を主とし *Chamaecyparis obtusa* を含む林である。南西斜面5~10度、*Quercus glauca* (20~30年生) を主として *Q. salicina*, *Q. serrata*, *Castanopsis cuspidata* を高木層とし、亜高木から低木層にかけて *Camellia japonica*, *Ilex chinensis*, *Callicarpa japonica*, *Rhus verniciflua*, *Rhododendron reticulatum*, *Viburnum erosum*, 林床には *Illicium religiosum*, *Pirola rotundifolia*, *Damnacanthus indicus*, *Osmanthus ilicifolius* が散生する。調査区は、特に *P. densiflora* を含まないように設定した。調査には10×10sq. mの永久プロット3つである。配置はFig. 1に示す。調査期間は1970年9月から12月、1971年5月から11月。

Site No. 2

京都市左京区岩倉において *Cryptomeria japonica* を主とし *Chamaecyparis obtusa* を交じえる林で約30年生、北西斜面5~10度。10×10sq. mの永久プロットを2つ設置した。調査期間は、1971年6月から8月まで。配置はFig. 1に示す。

調査を行なうにあたり、雨後2・3日は特に注意した。種組成と各子実体数を記録した。

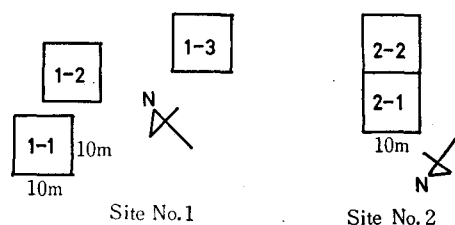


Fig. 1. Map of sample areas. The trees of overstory at site No. 1 consist of *Quercus-Castanopsis* stands, and at site No. 2 *Cryptomeria-Chamaecyparis* stands.

4. 結果と考察

Site No. 1 における調査結果は、結実期のピーク（日本においては年2回）を最小単位として梅雨期、秋期、1年間、1年半に分け、また1971年度分のうちで TRAPPE (1968)¹¹⁾ による菌根菌に相当するものを除去し、腐朽菌と認められるものを取り出して、種数一面積曲線にあてはめ、それを Fig. 2~8 に示す。種数一面積曲線を描く際、面積増大法は沼田・依田 (1955) により行なった。Site No. 1 では種数の平均値をとった。Fig. 1 により1-1→1-2→1-3, 1-2→1-3→1-1, 1-3→1-2→1-1。Site No. 2 で

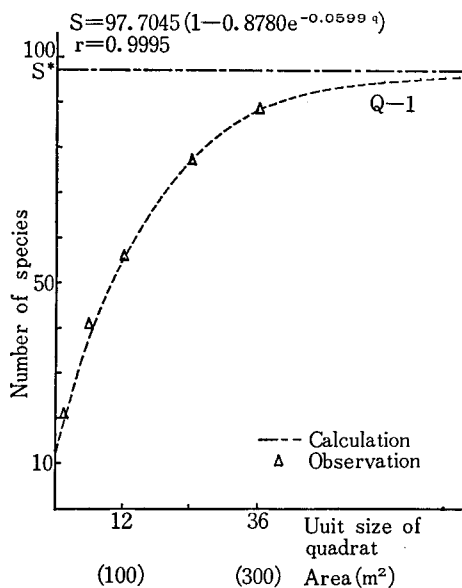


Fig. 2. The relations between the number of species and area, showing the results of mapping at site No. 1 during three seasons (Sept.-Dec. in 1970, May-Nov. in 1971).

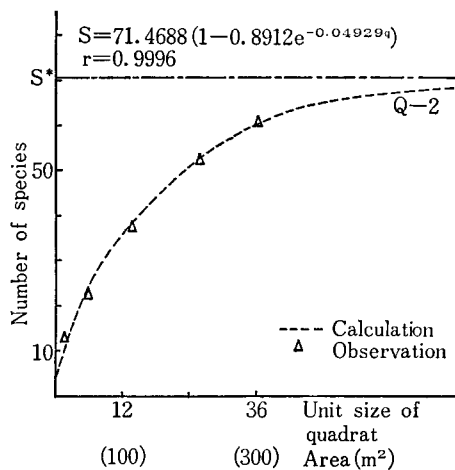


Fig. 3. The relations between the number of species and area, showing the results of mapping at site No. 1 during two seasons (May-Nov. in 1971).

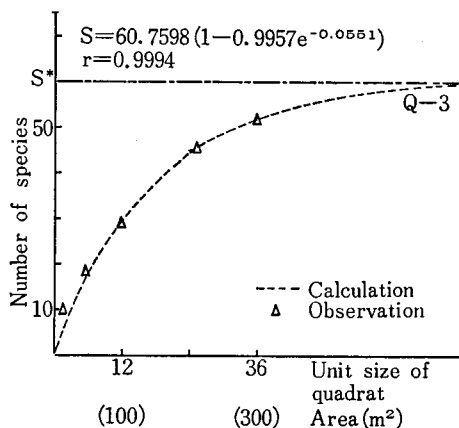


Fig. 4. The relations between the number of species and area, showing the results of mapping at site No. 1 during one season (Sept.-Dec. in 1970).

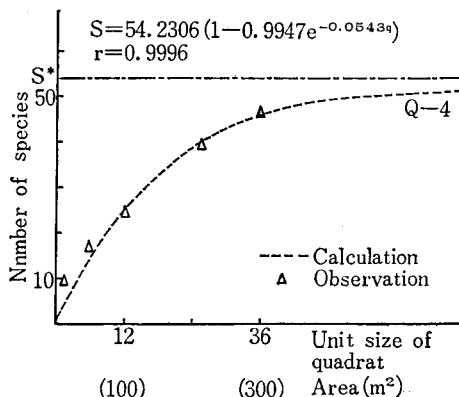


Fig. 5. The relations between the number of species and area, showing the results of mapping at site No. 1 during one season (May-Aug. in 1971).

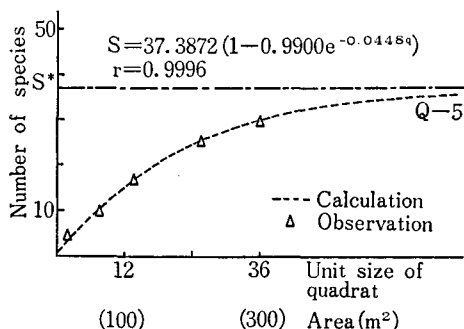


Fig. 6. The relations between the number of species and area, showing the results of mapping at site No. 1 during one season (Sept.-Nov. in 1971).

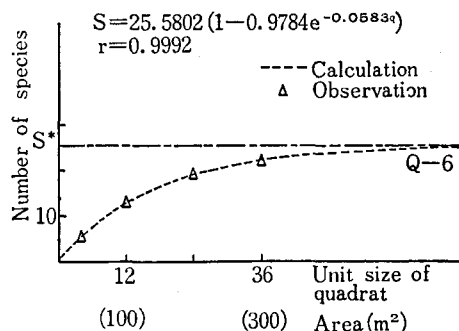


Fig. 7. The relations between the number of species and area, showing the results of mapping on the decomposing higher fungi at site No. 1 during seven months (May-Nov. in 1971).

も、同じく 2-1→2-2, 2-2→2-1, のように面積増大を行ない、その平均値をとった。

Fig. 2~7 は Site No. 1 の結果である。Q-1 は 1970 年 9 月より 12 月、と 1971 年 5 月より 11 月を合計したもの。Q-2 は 1971 年 5 月より 11 月。Q-3 は 1970 年 9 月より 12 月。Q-4 は 1971 年 5 月より 8 月。Q-5 は 1971 年 9 月より 11 月。Q-6 は 1971 年 5 月より 11 月までの腐朽菌を抽出したもの。Fig. 8 は Site No. 2 における結果で 1971 年 6 月より 8 月までの集計。

Fig. 2~7 に示す種数一面積曲線は MITCHERLICH (1928) の式によく適合した。その式を次に示す。

$$S = S^* \left(1 - \frac{S_0}{S^*} e^{-\lambda q} \right) \quad \dots\dots\dots (1)$$

S は種数, q はコドラートのワク数, S^* は $q \rightarrow \infty$ のときの S , S_0 は S^* に近似し $S^* > S_0$ という常数, λ は曲線の上昇率で $\lambda > 0$ 。(2)式は MITCHERLICH が植物の物質生産における生長量, および収穫量の通減率ということを使っているものであるが、種数一面曲線においても、よく適合する。樹木で類似して HOLDRIDGE et al. (1971) は (1) 式に基本型を持ち

$$S = S^*(1 - e^{-\lambda q}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

を使っているが、(1) 式の方がよく適合すると思われる。 S^* は類似するが、曲線の上昇率の点で S_0/S^* を導入した方がよい。

また、式としては (2) 式に同じく KILIN (1926) は

$$S = S^*(1 - e^{-mq}) \quad \dots\dots\dots (3)$$

(m は面積あたりの個体密度を S^* で除したもの), を使用しているが、(1), (2) 式では λ を単に曲線の上昇率としているのに対し、(3) 式における m は全種の個体数を含めた意味まで広げて種の分散を考察している点が異なっている。しかし、(3) 式は、種数一面積曲線の本来の意味であ

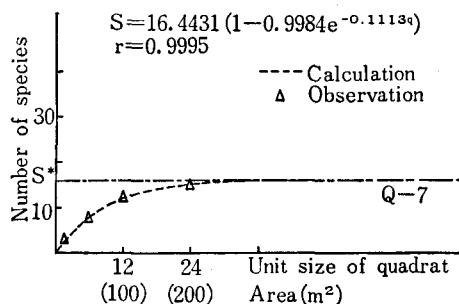


Fig. 8. The relations between the number of species and area, showing the results of mapping at site No. 2 during three months (Jun.-Aug. in 1971).

る。種の標徴を示すことから、種の個体数密度へと拡張され、種の個体数は一般にばらつきが激しいということから、やや複雑にしていると言える。(3) 式は定差図を描くことができるが、その特徴は (1) 式も持ち、しかも (3) 式の定差図がかなりのばらつきがあると篠崎 (1963)¹⁰⁾ が言っているのに対し (1) 式は個体数を含んでいないため、満足すべき値がでている。その理由として、(3) 式は種の個体数まで要因に加えているために、ばらつきを大きくし、解析に便利であるということが、本来種数一面積曲線の持つ意味を少し転換させているようである。ことに、菌類が対象とされる場合には、個体数 (子実体数) を考えることが優占種ということまで影響し、危険な一面を持っている。したがって、最小調査面積に対する問題点、種数一面積曲線の定式化には、まだ時間が必要である。

(1) 式に基づき Fig. 2~8 を示したが Q-1 は Q-2 と Q-3 の期間を併合したもので、Q-2 と Q-3 との共通種は 26 種、Q-2 は Q-4 と Q-5 の期間を併合したものであり共通種は 14 種。いずれも、その共通種は少ないと言わねばならない。それぞれの共通種は 30%, 23% である。この共通種の少ない点は、もちろん種数一面積曲線に影響するものであり、また社会学の検討にも大きく関係のあることであろう。Q-7 はスギ・ヒノキ林で行なったものであるが、短期調査であったための欠陥、あるいは林内の特徴がでているものと思われる。すなわち、それが調査上の欠陥が出ているものとすれば、腐朽菌の出現する頻度が短期調査によって大きく影響を受けることを意味し、また逆に腐朽菌の分布特性であるとすれば空間あたりの種の分散が、菌根菌より狭いとも考えられる。しかし、単位面積あたりの種の占有方法が菌根菌、腐朽菌を含む林と、単に腐朽菌だけを含む林とは異質のものであってよいはずである。

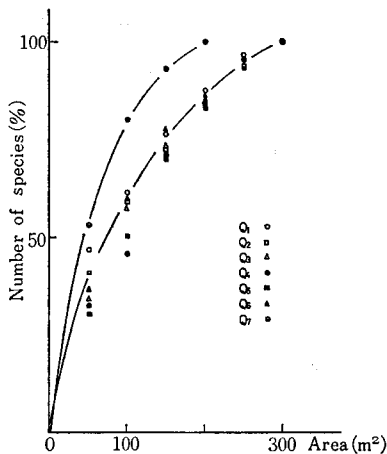


Fig. 9. The relations of the number of species (%) to area, showing from Q-1 to Q-7 species-area curves.

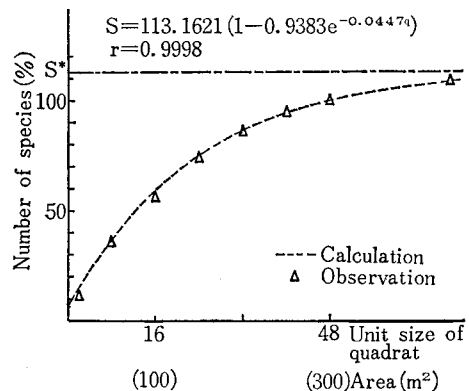


Fig. 10. The curves of figure 9 (Q-1 - Q-6) are corresponded to equation (1).

Q-1~7 において、種数を百分率で示した Fig. 9 を考察すると、曲線の上昇率が、ほぼ一定であり Fig. 10 において同じく (1) 式に適合する。このことは、調査期間の長短によらず、同一場所では気候的物理量の影響によって、種の絶対数が異なっても、種の空間を占める方法は、この調査期間の 1 年半という範囲では、ほぼ同一であることを意味している。Fig. 10 より 300 sq. m では 88% の種が含まれていることになり、その 88% の種々、気候的物理量の変化に伴って、子実体を発生したり発生しなかったりするのである。

同一場所での季節変化をもとにした菌類発生位置図は空間占有率という点から、最小調査面積ひいては種の分散を、おのおのの個体数から考えてゆくことなどから種数一個体数的検討に有効と考える。種の分散の確率モデルは菌類が持つ特殊性、すなわち結実期を種ごとに異にしており、また結実・不結実という現象も導入することが大切である。Fig. 11 は S^* と λ を図示しているが、 S^* の大小にも拘らずほぼ一定である。これは上述した菌類の空間利用の方法が Site No. 1 においては、1 年半という期間には変化していないことを示している。これは Fig. 10 において確率的にも示され、これらのことから菌類の最小調査面積の決定については、日本では 5 月～7 月、9 月～11 月のいずれかで類推できるということである。ただし、最小調査面積内で絶対種がどれほど含まれているかは提示できない。それについては 3 年程度の調査が必要であろう。これは、前述した仮説、すなわち短期調査では大面積、長期ではそれより小面積設定してよいという仮説と矛盾しているように思われるが、この仮説は構成を知る手だてには満足できるが、構造的把握には納得のゆくものではない。 λ の値の変化については、その他に同一樹種構成の場所変化、樹種の年齢構成による菌類相の変化、樹種の変化によっても変化することが予想されよう。

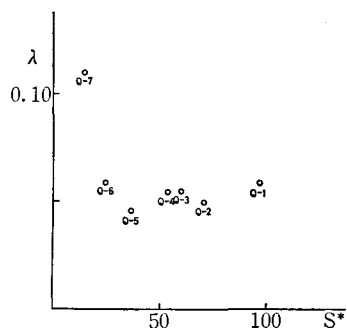


Fig. 11. The relations between S^* and factor in equation (1) show little variance by the length of investigation term at the same site.

引用文献

- 1) Höfler, K.: Pilzsoziologie. Ber. Deutsch. Bot. Ges. **55** (10), 606–622, (1937)
- 2) Holdridge, L. R.: Forest Environments in Tropical Life Zones. Pergamon Press, (1971)
- 3) Hueck, H. J.: Myco-sociological Methods of Investigation. Vegetatio **4**, 84–101, (1953)
- 4) Kalamees, K.: Myco-coenological Methods Based on Investigations in the Estonian Forests. Acta. Mycologia, **4** (2), 327–335, (1968)
- 5) Kilin, H.: Über Begriffsbildung und Statistik in der Pflanzensoziologie. Bot. Notiser. **2**, 81–180, (1926)
- 6) Lange, M.: Cited by Hueck, (1953)
- 7) Leishner-siska, K.: Zur Soziologie und Ökologie der höheren Pilze. Bei. Bot. Centralbl. **59** (2–3), 359–429, (1939)
- 8) Mitcherlich, E. A.: Die zweite Annäherung des Wilkungssetzes der Wachstumsfaktoren. Zeits. pfl. Ernähr. Düng. **A12**, 273–283, (1928)
- 9) Moser, M.: Cited by Kalamees, (1968)
- 10) 篠崎吉郎: 種の分散構造. 生態学大系第 1 巻 (植物生態学 I) 古典書院, 191–209, (1963)
- 11) Trappe, J. M.: Fungus Associates of Ectotrophic Mycorrhizae. The Botanical Review **28**, 538–606, (1962)

Résumé

The object of the present report is to ascertain the difference of life from between green plants and higher fungi, and to determinate the minimal investigation area from the view point of myco-sociology. Permanent sample areas of 300 sq. m and 200 sq. m were respectively established in *Quercus-Castanopsis* and *Cryptomeria-Chamaecyparis* stands. The results of these investigations are put in order by using species-area curve. These

These curves closely correspond to the following equation of law of diminishing by MITCHERLICH.

$$S = S^* \left(1 - \frac{S_0}{S^*} e^{-\lambda q} \right)$$

Minimal investigation area was shown by this equation, and on the other side, minimal investigation term that the higher fungi peculiarly take, was recognized by only one peak of fructification term, namely, by the investigation in rainy season or autumn in Japan.

However, it is unable to show here how is the absolute value of the number of species in minimal investigation area. The aim of the authors is at present to discuss the various processes for this determination. Fungi are more sensitive to ecological fluctuations than green plants. Such an investigation makes it clear that further study on the ecology of the higher fungi is indispensable.

Anyway, their spartical distributions are important for the analysis of a fungal community.