

Title	藻岩山森林群落の構造と更新に関する研究
Author(s)	
Citation	環境科学 : 北海道大学大学院環境科学研究科紀要, 4(2), 249-260
Issue Date	1982-03-25
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/37125
Туре	bulletin (article)
File Information	4(2)_249-260.pdf



環境科学	(北海道大学)	4 (2)	$249 \sim 260$	1981・9 月
------	---------	-------	----------------	----------

藻岩山森林群落の構造と更新に関する研究

並川寛司*・伊藤浩司*

*北海道大学大学院環境科学研究科生態系管理学講座

Studies on the Structure and Dynamics of Forest Communities on Mt. Moiwa

Kanji Namikawa* and Koji Ito* *Department of Biosystem Management, Division of Environment Conservation, Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, Sapporo, Japan, 060

1. 緒 言

北海道において,落葉広葉樹林は低地(海抜500~600 m以下)に広く分布し,森林帯区分の上からは,舘 脇(1955-57)が指摘したように,冷温帯林から亜寒帯林への移行帯であると考えられ,針広混交林帯(Mixed forest zone)と呼ばれる。

北海道では、温帯性落葉広葉樹林の種類組成は、針葉樹林に比べ種類数に富み、また群落型も一層多様である。

筆者らは、北海道、特に石狩低地帯の落葉広葉樹林の群落動態解析の端緒として、群落構造の時間に伴な う変化について、代表的な温帯性落葉広葉樹林の景観を有する (Sergent, C. S.: 1894) 札幌市藻岩山を調査地 として研究を行なった。

伊藤ら (1975) は、 藻岩山の森林群落の記載結果からいくつかの階層型を区分し、Watt (1947) が指摘した Cyclic change での4つの相 (phase), つまり pioneer (先駆相), building (建設相), mature (成熟相), degenarate (衰退相) との対応で考えた。 階層型と森林発達との理念的関係は、 若齢林あるいは森林の開始から成熟林または極相林, そして老齢林または崩壊を示す方向に L型→C型→rL型といった階層型の推移を示すと述べている。

このような階層型の経時的な変化と対応して、群落構成樹木の分布パターンの変化を解析することと、構 成種の量あるいは分布パターンから群落の更新を考えることが本研究の目的である。

2. 調 査 地

藻岩山は札幌市の南西部に位置した丘陵性の海抜 531 m の山で地質的に全山, 普通輝石紫蘇輝石安山岩か ら成っている(北海道開発庁 1953, 54)。

本山の森林植生は、伊藤ら (1975) によれば、明確な垂直分布は見られず、尾根や谷筋のような地形的な 環境変化に応じ、前者でエゾイタヤ・シナノキが主体、後者でハルニレ・オヒョウ・カツラなどが主体である。 本研究では、Fig. 1 に示すように、山火跡地の代償植生であるダケカンバ林 (図の MT) 山腹下部のシナ ノキやハルニレ・オヒョウなどを主体とする林 (MS)、山麓部のハルニレを主体とする林 (MF) で調査を行 なった。



Fig. 1. Study are a and the position of 3 research quadrats.

3. 方 法

群落構成樹木の分布パターン(分散構造)を明らかにするために方形区調査を行なった。設定した方形区数は、先の Fig. 1 で示した MT に 1 個 (面積は (30×30) m²), MS と MF ではそれぞれ 2 個 (面積 (50×50) m²) 設定した。これら 2 種類の方形区面積は、出現樹木個体のうち、上層の林冠を形成しているものの樹高に応じて決定した。

分散構造は, 樹高2m以上の個体(本報告では成木と称する)と, 2m以下の幼苗・稚樹について別々に 求めた。

(1) 樹高2m以上の個体: 全方形区内に見出された対象樹木の種類, 胸高直径(地上よりの高さ1.3m) と樹高を測定し,最後に記録された全個体の分散図を作成した。

(2) 樹高2m以下の幼苗・稚樹: 全方形区内に (10×10) m²の小方形区を設定し,小方形区に出現した 幼苗・稚樹について,種名,根元直径,樹高を測定し,分散図を作成した。

(3) 群落学的記載: 植物群落学的な林床植生の記載のために,方形区中央部に (5×50) m² の帯状区を設定し,帯状区は更に (5×5) m² の小方形区に細分して,その中の出現植物について優占度 (Braun-Blanquet 1964) を記録した。

(4) 分布パターンの解析: 森下の *I*_a (森下 1956) を使用した。 ただし, 個体数が1階層について 30 個 体以下の場合で *I*_a 値に誤差を生じるおそれのある場合には, *I*_a 値は計算されなかった。

4. 結 果

4.1 各方形区の階層構造

Fig. 2 は得られた5個の方形区 [Q-MT], [Q-MS-1], [Q-MS-2], [Q-MF-1] および [Q-MF-2] の階 層図 (伊藤 1975, 79) である。伊藤によれば、これらの方形区の階層型は次のようになる; [Q-MT]: L型, [Q-MS-1]: L型, [Q-MS-2]: C≒L型, [Q-MF-1]: C≒rL型および [Q-MF-2]: C型である。

4・2 成木の分散構造

Fig. 3~7 は得られた5個の方形区における成木の分散図である。図では樹冠投影と共に所属する階層の 違いを示してある。

Fig. 8 は, 全方形区について, それぞれ得られた La 値を示す。

Fig. 8 から得られた 5 方形区のうち [Q-MT], [Q-MS-1] および [Q-MS-2] は、 *I*a 値が 1 を越えて集 中性の傾向を示し,]Q-MF-1] と [Q-MF-2] の 2 つの方形区では、ほぼ 1 の値を上下してランダム分布の傾 向を示す。しかし、 [Q-MF-1] については F 検定の結果, (25×12.5) m² の区画面積のとき、有意な集中性を 示した。

[Q-MS-1] は、小面積 (7.25×7.25) m² で最も高い集中性を示し、区画の面積が大きくなるにつれて次第 に集中性を減少して、(12.5×12.5) m² 以下では顕著な集中性を失なう。[Q-MT] と [Q-MS-2] では、区画面 積が小さい場合に、[Q-MS-1] のように特に集中性が高まることはない。[Q-MS-1] では、(25×12.5) m² で $I_a=1$ の値を得、分布のランダム化が見られる。

4・3 階層別の分散構造

Figs. 9~10 は得られた5 方形区の分散図から得られた5 階層 毎(高木層・亜高木層・低木層)の I_{θ} -面積 曲線である。このうち Fig. 9 は, [Q-MT], Fig. 10 は残りの方形区の I_{θ} -面積曲線である。既述のように, 個体数が 30 個体以下の場合は I_{θ} 値を求めなかったので, すべての方形区で 3 つの階層についてそれぞれ I_{θ} が 計算されたとは限らない。



Fig. 2. Stratification diagrams of five quadrats.







Fig. 4. Dispersion diagram of [Q-MS-1] and tree canopy belong to tree synusia.



Fig. 5. Dispersion diagram of [Q-MS-2] and tree canopy belong to tree synusia.



Fig. 6. Dispersion diagram of [Q-MF-1] and tree canopy belong to tree synusia.



Fig. 7. Dispersion diagram of [Q-MF-2] and tree canopy belong to tree synusia.



Fig. 8. Iö-area curves of 5 quadrats.



Fig. 9. I_{δ} -area curves of each synusia in [Q-MT].

[Q-MT] では、3階層ともに集中分布を示している。集中斑の広がりをみると高木層では (7.5×7.5) m², 亜高木層では (3.75×3.75) m², 低木層では (3.75×3.75) m² のサイズである。

残りの4つの方形区については、全階層を通じてそれぞれの *Ia*-面積曲線が得られず、[Q-MS-1] では、 亜高木層と低木層、[Q-MF-2] では高木層と低木層、そして [Q-MS-2] では低木層のみが得られた。Fig. 10 はこれら4方形区のそれぞれの階層での *Ia*-面積曲線を一括して示す。



Fig. 10. I_{δ} -area curves of each synusia in 4 quardrats.

[Q-MS-1] では, 亜高木層でランダム分布, 低木層で集中分布を示し, [Q-MF-2] では高木層でランダム分布, 低木層で集中分布の傾向を示す。また, [Q-MS-2] の低木層は典型的な集中分布を示している。

4・4 高木層構成個体の樹冠と下層木の分散

高木層構成個体の樹冠投影図と個体分散図 (Figs. 3~7) から,高木個体の樹冠下に見出された樹木個体 と,樹冠外に見出された樹木個体を記録した。この結果を Table 1 に示す。

方形区 [Q-MT] を除いた4 個の方形区で林冠下と林冠外の個体数を見ると林冠下に見出された樹木個体数の方が多い。種類構成の上では、エゾイタヤ・ベニイタヤ・ウリノキ、さらにオヒョウ・シウリザクラ・ハウチワカエデは林冠下に多く見出される。ダケカンバの個体数は最も多いが、[Q-MT] はダケカンバ林で、 藻岩山では分布が限られている。だがここでは上述の樹種と違って、林冠外に個体数が多いのは、陽樹として のダケカンバの特性の現れと考える。

4.5 実生稚樹の分布パターン

方形区内の実生と稚樹の分布パターンを調べるために,既述の5個の方形区中に面積 (10×10) m² の小方 形区を6個設定した。Table 2 はこれらの小方形区 [q] の斜面の方向,傾斜角,植被率,ササの高さや密度 などを示す。また,Table 3 は各小方形区に見出された高木の実生・稚樹の一覧である。ただし, [Q-MF-2] では,林床に実生・稚樹を欠いているので方形区は設定しなかった。

Quadrats		2 [T]) [M§	2 3-1]	([M]	2 Š-2]	([M]	$\frac{2}{(-1)}$	([M]	2 F-2]	Tatal
Species	A	В	A	В	A	В	A	В	A	В	Totai
Acer mono	6	5	4	5	4	2	0	3	1	9	39
A. mayrii	8	12	7	18	0	5	2	5	9	9	75
Ulmus laciniata	5	4	1	10	2	4	0	0	0	2	28
U. davidiana var. japonica	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	6
Tilia japonica	0	1	3	0	0	0	0	2	0	0	6
Alangium platonifolium var. triloba	0	0	2	19	6	11	0	0	0	0	38
Magnolia kobus var. borealis	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3	5
M. obovata	1	0	0	0	2	1	0	0	0	1	5
Prunus ssiori	0	0	0	0	1	5	0	4	0	0	10
Sorbus alnifolia	0	0	0	9	0	1	0	1	0	1	12
Cercidiphyllum japonicum	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
Carpinus cordata	0	0	5	4	0	0	0	5	0	2	16
A. japonicum	4	0	2	7	0	0	2	2	0	3	20
Euonymus oxyphyllus	1	0	8	5	0	0	0	0	1	3	18
Syringa reticulata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Cornus controversa	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	3
Fraxinus lanuginosa var. serrata	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Kalopanax pictus	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Maakia amurensis	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Betula ermanii	50	26	0	0	0	0	0	0	0	0	76
F. mandshurica var. japonica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Ostrya japonica	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	6
Corylus heterophylla var. thunbergii	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Total	80	51	40	83	17	33	8	23	11	40	386

Table 1.The number of tree individuals under and
outside the tree canopy.

A: outside the canopy

B: under the canopy

Table 2.	Subquadrats (10×10) m ² set in 3 Quadrats
	[MT, MS and MF].

Subquadrats	Expo- sure	Incline (°)	Coverage of T. layer (%)	Coverage of H. layer (%)	Floor type	Height of Sasa (cm) Max. : Min.	Density of Sasa (culm number/m ²)	Thickness of L. horizon (cm)
q [MT-1]	Е	30	70	70	Sasa	119.5:44.3	29.0	3.8
q [MT-2]	ENE	21	65	85	Herb	/	/	3.0
q [MS-1]	SW	21	80	70	Sasa	115.0:42.0	17.3	1.5
q [MS-2]	ENE	31	50	80	Sasa	60.7:16.3	26.3	4.0
q [MS-3]	Ν	11	60	100	Fern	/	/	1.0
q [MF-1]	ΝE	10	70	90	Sasa	131.0 : 70.0	23.3	1.5

藻岩山森林群落の構造と更新に関する研究

Subquadrats*	n	<u> </u>	a	0	<u>a</u>	<u>а</u>	Dead	
Species	[MT-1]	[MŤ-2]	[MŠ-1]	[MŠ-2]	[MS-3]	[MF-1]	Trees	Total
Juglans ailanthifolia	1	0	0	0	0	0	0	1
Picrasma quassioides	9	0	0	1	0	0	0	10
Acer japonicum	4	20	0	0	0	0	0	24
Fraxinus lanuginosa var. serrata	9	21	0	0	0	0	0	30
Cornus controversa	0	1	0	0	0	0	0	1
Acer palmatum var. matsumurae	0	1	0	0	0	0	0	1
Prunus ssiori	0	0	4	0	0	0	0	4
Magnolia obovata	0	0	1	0	0	0	0	1
Morus bombycis	2	0	0	3	0	0	1(1)**	6(1)
Ulmus laciniata	36	38	3	3	6(1)	0	1(1)	84(2)
Acer mayrii	10	12	10	2	93(1)	0	0	127(1)
Acer mono	34	19	21	0	27	3	4(4)	108(4)
Ostrya japonica	0	1	0	0	2	0	0	3
Tilia japonica	0	0	0	0	1	0	0	1
Sorbus alnifolia	0	0	0	0	1(1)	0	0	1(1)
Prunus maximowiczii	0	0	0	0	1	0	0	1
Kalopanax pictus	0	0	0	0	24(12)	9(9)	34 (34)	67 (55)
Acer sp.	0	0	0	0	9	12(3)	3(3)	24(6)
Quercus mongolica var. grosseserrata	0	0	0	0	1	1	1(1)	3(1)
Sorbus commixta	0	0	0	0	0	0	1(1)	1(1)
Carpicus cordata	0	0	0	0	0	0	1(1)	1(1)
Total	105	114	39	5	167 (15)	27 (13)	64 (64)	521 (92)

Table 3. Number of tree seedlings and saplings found in 6 subquadrats (10×10) m².

* $(10 \times 10) \text{ m}^2$

** Number of tree seedling and saplings found on fallen dead timber

方形区は北向きまたは東向きの斜面で、傾斜は10°ないし30°である。陽当たりは、中陰ないし陽で、サ サ型林床 (クマイザサ)のササの個体密度はほとんど差がないが、平均の群落高では q [MS-2] で低くなって いる。

q [MF-2] では、倒木が著しいので、倒木上に見出された実生・稚樹について測定した。 q [MT-1, 2] と q [MS-1, 2] 方形区では、オヒョウ・ベニイタヤ・エゾイタヤの個体数が多く、q [MF-1] では倒木上にハリ ギリやカエデ属の実生が多い。

これらの結果から、各方形区の実生や稚樹個体の I_a -面積曲線を求めてみると、Fig. 11 のようになる (但 し q [MS-3] と q [MF-1] を除く)。図からわかるように、各方形区とも概ね (1.25×1.25) m² から (1.25×2.5) m² に集中斑を形成している。



Fig. 11. I_{δ} -area curves of 4 subquadrats.

5. 討論と結論

調査した5方形区について出現樹木個体全体の集中性を示す分布パターンを見ると, [Q-MT], [Q-MS-1], [Q-MS-2], [Q-MF-1] の4方形区であった。しかし,そのうちはじめの3方形区はある一定の大きさまで,す なわち (7.5×7.5) m² ([Q-MT]), (25×12.5) m² ([Q-MS-1] と (25×25) m² ([Q-MS-2], それぞれ集中性を示し たが, [Q-MF-1] に関しては, (12.5×25) m² の大きさでのみ集中性が示された。残りの1方形区 [Q-MS-2] では集中性は認められず, ランダム分布であった。

Ito (1979) は、石狩川上流の原生林の階層構造の解析において、一般に階層構造はL型からC型、rL型 に向かって変化することを述べている。今、この序列に従って樹木個体の分布パターンの変化を見ると、概し てL型のように低い(もしくは若齢)樹木個体に富んでいる方形区では集中性を示し、rL型やC型でも高い (もしくは老齢)樹木個体に富んでいる成熟林ではランダムな分布型となると考えられる。

Tagawa (1965) は, 桜島の溶岩流上の遷移系列と分布パターン (クロマツ林, 常緑広葉樹林, さらにシィ 林などを含んでいる) について研究し, 全樹木個体の分布パターンは, 遷移の初期あるいは, 上層の樹冠の閉 鎖が進んでいないところでは集中分布を示し, 閉鎖が進み酵閉してくるとランダム分布となることを示した。

本研究を行なった藻岩山の森林植生においても、L型やL型に近い階層型を持った [Q-MT], [Q-MS-1] と [Q-MS-2] は、Tagawa のいう遷移の相対的に初期~中期の植生であるが、分布型は集中的であった。他 方、rL型や、rL型に近い階層型を持った [Q-MF-1] や [Q-MF-2] は成熟林と見なすことができるが、その 分布パターンはランダム的であった。この場合、階層型の変化と遷移の系列とはお互いに関連するとしてとら えたが、一定方形区内の樹木個体の分布パターンの変化は Tagawa の実証的な研究結果と一致している。

ある場所での個体の分布パターンは、種子やいろいろな種類の繁殖体の散布 (dispersion) から始まって、 発芽・定着・生長そして枯死へ至る一連の個体発達と、集団個体間の時空間占有をめぐっての同種間あるいは 異種間の相互干渉を通じてあらわれる。したがって、森林群落のようなある植物集団内部で、所与の集団構成 樹木の個体数や生長量 (例えば樹高とか幹径の増加量)の経時的な変化を考える上で分布パターンの解析は有 用であり,樹高を集団内部の経時的な変化の1つの指標として考えるなら,階層構造の変化と関連づけること も意味がある。たとえば,[Q-MT],[Q-MS-1] と [Q-MS-2] の3方形区を通じて低木層の構成樹木個体は, この層では集中的であるが,階層型がL型からrL型へ変化するに伴い漸次集中斑は(3.75×3.75)m²から (25×12.5)m²へと大きくなっていく。

Harper (1975) は、新しい生育地での定着の過程を、種子の散布 (dispersion)、発芽、それに続く生長、そ して場の占領という4つのステージに区分している。散布された種子の発芽は、温度・光条件、微小地形その 他の要因の微小な変化によって左右されると述べた。本研究で、実生・稚樹の分布パターンは集中的である。 種構成が多様で、各種の発芽要求あるいは生態的耐性が多様であり、上記のように諸要因の複雑な発芽への影 響にもかかわらず、集中的な分布パターンを示すのは、林床に発芽適地 (発芽床) や種子だまりの存在を示唆す ると考えられる。このような発芽適地は林床の環境の不均質性によってもたらされるものであるが、もしその 不均質性が乏しくなると、分布はランダムに傾くと予想される。

この実生・稚樹の段階の分布パターンが,成長過程でそれ以降の樹木の各段階(階層)の分布パターンを 決定していると考えられる。

生育適地に集中している低木層構成個体は、その生長過程において、同種間あるいは異種間の競争や捕食 連鎖の関係を通じて、初期発芽・定着した個体数は次第に減少していく。そしてその集中斑を形成している樹 木集団の中から1あるいは数個体が高木層へ発達した場合、物理的・生物的な占有空間の大きさから互いに排 除しあいランダムな分布パターンを示すだろう。

本研究では、高木層の分布パターンは、[Q-MF-2]ではランダムな分布パターンを示している。この方形 区では上述のようにランダムに広がっている生育適地に集中していた個体の中から1ないし数個体が高木層構 成個体へと発達した例であると考えられる。 他方, [Q-MT]では、(7.5×7.5) m²の集中斑を形成している。 この [Q-MT]は、山火跡地に成立したダケカンパ林で、山火事の後、生育可能な microhabitat で一斉に定 着し成立したことと、樹冠投影図に示したように、1 個体の占有する物理的な空間が狭いために集中性を示し ていると考えられる。

要 約

1. 5つの森林群落で、樹木個体全体の分布パターンを森下の Ia 指数を用いて解析した。

2. 樹高2m以上の樹木個体全体の分布パターンは, 階層型 (Ito 1979) でL型あるいは C≒L型の 階層 型をもった群落では集中性を示し, C≒rL 型の階層型をもった群落ではランダムであった。

3. 各階層に属する樹木個体の分布パターンを森下の L を用いて解析した。その結果,低木層では階層型 に関係なく集中性が見られた。集中斑の大きさは、L型の群落よりも、C型の群落で大きくなる傾向が見られ た。高木層の分布パターンは、C≒rL型の群落ではランダムであるが、L型のダケカンバ林では集中性を示し た。この相違は、群落の成立との関係から考察された。

4. 実生・稚樹(樹高2m以下)の分布パターンは集中的であった。この集中性は林床の不均質な環境に よるものと考えられる。

謝 辞

本研究を行なうにあたり,終始有益な助言と指導,さらに倹関の労をとられた北海道大学大学院環境科学 研究科,伊藤浩司教授ならびに福田弘巳助教授,また,野外調査にあたり指導をいただいた春木雅寛博士に感 謝の意を表するとともに,協力をいただいた本講座の学友諸君に感謝する次第である。

参考文献

- 1) Braun-Blanquet (1964): 鈴木時夫訳「植物社会学 I, 及び II」. 朝倉書店 (東京).
- Harper, J. L. (1965): Establishments, agression and cohabitation in weedy species. in: H. G. Baker and G. C. Stebbins (Eds.), "The Genetics of Colonizing Species", pp. 243-265. Academic press, New York.
- 3) 北海道開発庁 (1953, 54): 五万分の一地質図幅説明書,
- 4) 伊藤浩司・千葉節子・一条俊次・新田直樹・由崎俊道 (1975): 石狩国 藻岩山の森林植生 I 及び II. 生物 教材第 10 号, p. 58-77 及び p. 78-104.
- Ito K. (1979): A Tentative Study of Stratification Diagrams.
 "Vegetation und Landshaft Japans" Festschrift fur Prof. Dr. Drs. h.c. Reinhold Tuxen zum 80. Geburtstag Bull. Yokohama Phytosoc. Soc. Japan, 16, 357-368.
- Morisita, M. (1959): Measuring of the Dispersion of Individual and Analysis of the Distribution Patterns. Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser. E (Biol.) 2, 215-235.
- 7) Sargent, C. S. (1894): "Forest Flora of Japan" Houghton, Uiffin & Co. Boston & New York.
- Tagawa, H. (1965): A Study of the Volcanic Vegetation in Sakurajima, Southwest Japan. II. Distributional Pattern and Succession. Jap. Jour Bot. 19 (1), 127-148.
- 9) 館脇 操(1955-57):「汎針広混交林帯」北方林薬,7(1):8-11,8(1):7-9,8(4):10-13,8(6):8-11,8(12):12-15,9(2):17-23.
- 10) Watt, A. S. (1947): Pattern and Process in the Plant Community. Jour. Ecol., 35, 1-22.

Summary

1. Morisita's I delta index was applied to the detection of distributional pattern of plant individuals in five forest communities.

2. The distributional patterns of all the plants above 2 m in height were not related to the community types but to the stratification type (Ito 1979); the contagious pattern prevailed in L and $C \rightleftharpoons L$ type of the stratification type, while the random pattern was shown in the $C \rightleftharpoons rL$ type.

3. The Morisita's I delta index was calculated in relation to synusiae. In the shrub synusia the contagious pattern was common, but the size of clumps were larger in the C type than the L type. In the tree synusia the random pattern was shown in the C = rL type, and the contagious pattern was in the L type. Difference between the distributional patterns was discussed in relation to the origin of communities investigated.

4. The distribution patterns of seedlings and saplings were contagious. The contagious pattern of them were thought to be derived from heterogeneous forest floors.