関西自然保護機構会報17(1)：19－28，1995

原　著

京都府冠島の照葉樹林における根上がり樹木

奈良佐保女学院短大　前　迫　ゆ　り

ERODED TREE-ROOTS IN THE LUCIDOPHYLLOUS FOREST ON KANMURIJIMA IS., KYOTO, JAPAN

Yuri MAESAKO　*Nara Saho Women's Junior College.*

はじめに

京都府冠島にはタブノキーイノデ群集に属する発達した照葉樹林が成立している。また同島は天然記念物に指定（1924年）されているオオミズナギドリが生息することでも知られているが，オオミズナギドリは地面を掘って巣穴をつくる土中営巣性の海鳥であり，植物群落にさまざまな影響を及ぼしている（前迫，1983，1985，1993；Maesako，1990）。

その影響の１つとして，土壌の流亡によって樹木の根系が地上に著しく露出している現象がみられる。土壌侵食（Erosion）は降水量と風が基本的な要因であり，地形，地質，土質，植生被覆，人為的要因などとも相互依存性があるとされている（ミロス・ホリー，1983）が，この島においては，オオミズナギドリによる生物的攪乱が，侵食を引き起こす大きな要因になっていると考えられる。

地上部における樹木の根系露出が著しいものは「根上がり」と呼ばれているが，丹（1956）は1928～1956年に冠島で調査を行い，「根上がりの高さ平均２m，モチノキの樹齢500～800年のものが南北に十数株並んでいる。（中略）しかしその後，これらは海軍の建築物のために消失した」と報告している。

当時の詳細な資料がないので，現状と比較することはできない。しかし根上がりの現象は，冠島の照葉樹林における侵食の程度を示すものであり，根上がりがみられる樹木の現状を把握することは，冠島の照葉樹林の将来を考える上においても重要であると考えられる。

そこで，1993～94年に，冠島の照葉樹林において，地上部の根系露出が特に著しい樹木を対象に，樹木の「根上がり」の状況を調査したので報告する。

なお，現地調査に際して，舞鶴市教育委員会，冠島生物調査研究会の方々および今西由紀氏に御協力頂いた。ここに厚くお礼申し上げる。

本研究の一部は，1993年度関西自然保護機構の研究助成「冠島の実生継続調査」の一環として行われたものである。

調査地域

1.　位置

冠島（135° 26′ E，35° 41′ N）は京都府舞鶴市成生岬から北北西に9.3 kmの若狭湾上に浮かぶ無人の島嶼で，面積は22.3 ha，標高169.7 mである（図１）。

2.　オオミズナギドリの生息

２月下旬から11月下旬にかけて推計24万羽のオオミズナギドリが繁殖のために同島で営巣している（吉田，1981）。

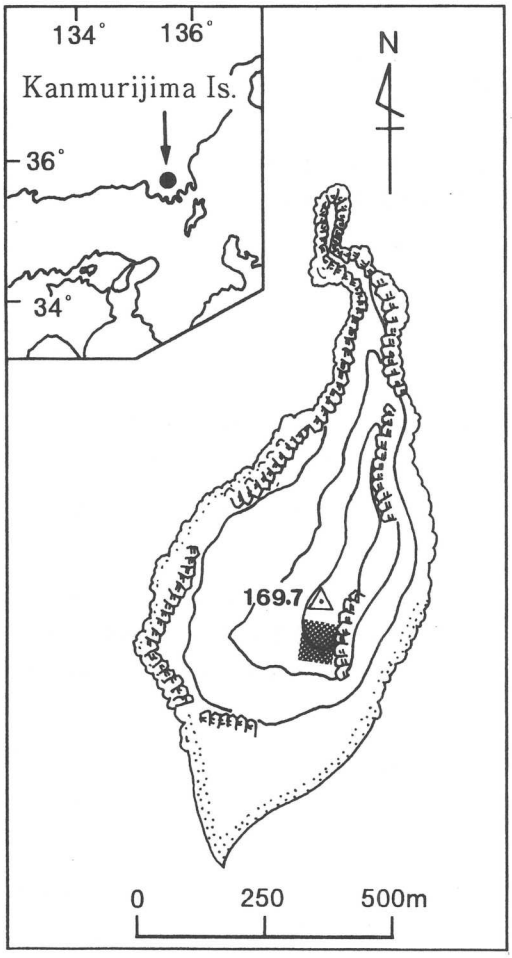


図1　調査地域図.
小ドット部分は根上がり樹木の集中分布域を示す.

巣穴は地面に掘られ，地表から深さ10～20cmのところに幅約20cm，高さ約15cmの開口部がある。奥行き1.5～2.0mの横穴が掘られ，地中で複雑に分岐したり，あるいは結合している。

島の南部にある平地の一部を除いて，ほとんど全域に巣穴はみられ，照葉樹林における巣穴密度は100m^{2}あたり約60程度であることから，かなりの土の量が掘り出されるものと思われる。

オオミズナギドリは，毎日，早朝に餌を求めて海に飛び立ち，日没の頃，島に戻る。したがって日中はほとんどいなくなるが，夜には巣穴の周囲を歩行したり，時折，巣穴の修復なども行う。早朝に海へ飛び立つ際には，巣穴から直接飛び立つのではなく，飛び立つ場所がほぼ決まっているようであり，その場所まで歩いていく。

こうした一連の行動は，林床にかなりの影響をもたらしており，土壌侵食促進の要因になっていると思われる。

なお，同島におけるオオミズナギドリの形態や行動などについては吉田（1981）に詳しい。

3.　地質および土壌

山地の大部分は新第3紀新鮮世の安山岩から，島の南部にある平地は第4紀沖積世の砂礫からなっている（地質調査所，1958）。

本城（1983）は，標高165mにおけるタブノキ林の土壌型はB_D型で，A_O層は非常に薄く（あるいは欠如），A層の流亡がみられると報告してい

表1　冠島のタブノキにおける土壌の理化学性.

（本城，1983より作成）

					理学性			化学性					
標高	斜面方位	傾斜角度	層位	深さ	容積重	孔隙率	透水性	pH(H_2O)	全炭素	全窒素	C/N	全燐酸	置換性塩基
m		°		cm	g/100ml	%	ml/min.		%	%		%	me/100g
165	N83W	36	A	0-4	39.14	82.98	104.3	3.80	9.01	0.49	18.4	0.02	1.20
			B_1	30-34	52.90	78.23	67.0	3.80	8.75	0.60	14.6	0.02	2.53

る。さらに，土壌の理化学性（表１）について，容積重は40－60g／100ml，孔隙率は70－80％，透水性はＡ層で100ml／min.の範囲にあり，土壌は適潤で排水も良いとしている。このことから冠島における土壌構造はオオミズナギドリの営巣条件に適しているとしているが，一方，強酸性で，置換性塩基は若干低い値を示していることから，今後の土壌悪化を指摘している。

4. 気象

同島における気象観測データはないので，舞鶴海洋気象台（135° 23′E，35° 28′N）の観測データ（京都地方気象台，1981；東洋経済新報社，1983）で代表させると，平均気温は14.0℃，降水量は2097.7mm／年，年間を通して北風の頻度がもっとも高く，32.3％となっている（表２）。

しかし，1960～61年に，風について同島で行われた調査によると，12月では北西～西北西の風が89％を占め，風力は舞鶴市の約２倍であった（吉田，1981）。このことは沿岸地域と海に浮かぶ島嶼での気象条件が若干異なることを示すものである。冠島では対島暖流の影響を受けていることから，平均気温は舞鶴市よりも若干高く，そのために冬期の積雪も少ないと思われる。

5. 植生

冠島の大部分にはタブノキ－イノデ群集が成立しており，主要構成種はタブノキ，ヤブツバキ，モチノキ，スダジイ，アオキ，ヒサカキ，トベラ，ヤブニッケイ，キヅタ，マルバグミ，ムベなどの常緑広葉樹で，ケヤキ，ムクノキ，ハリギリ，アカメガシワなどの落葉広葉樹も混生している。

林床にはキノクニスゲ，ベニシダなどが生育するが，構成種数は少ない。また部分的にアカメガシワ林が成立しており，林床にはヨウシュヤマゴボウやイタドリといった陽性種が侵入し，遷移の退行がみられる（前迫，1983，1985）。

調査方法

島のほぼ全域を踏査して，顕著な根上がり（約1.1ｍ以上）を示す樹木を対象に調査を行った。しかし島での滞在日数が限られていることもあり，地形的に調査が困難なものなどについては，根上がりが顕著な場合でも調査対象とすることができなかった。

調査対象樹木にはナンバーテープをつけた後，図２に示すように，胸高直径（DBH：地表面からではなく，主幹下部から1.3ｍの位置での直径），樹高（H：地表面からではなく，主幹下部から樹冠までの高さ），根上がり高（R：大・中径の根系が地上部に露出している高さ），大・中径の根系が

表２　舞鶴海洋気象台における気象観測データ．

（1948～1973．ただし最多風向は1953～1982）

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
平均気温	℃	3.3	3.6	6.3	12	16.7	20.4	25.2	26.2	21.9	15.9	10.6	5.9	14.0
降水量	mm	191.3	167.7	144.9	131	128.4	211.7	235.6	134	268.5	165.9	155.8	162.9	2097.7
風速	m/s	2.8	2.7	3	2.9	2.5	2.1	2.0	2.1	2.1	2.4	2.4	2.4	2.4
積雪10cm以上の日数		6.8	6.5	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	1.3	15.8
最多風向		WSW	WSW. N	N	N	N	N	SW	SE	N	N	N. WSW. SE	SW	N
最多風向頻度	%	43.3	36.7	60	60	43.3	40	23.3	36.7	36.7	26.7	20	46.7	32.3

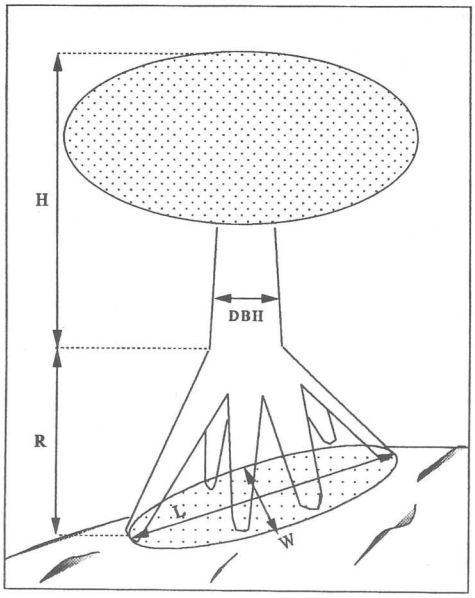


図 2　根上がり樹木の測定部分を示す模式図.
H：樹高；R：根上がり高；DBH：主幹下部より1.3mの高さにおける直径；L：露出根系の斜面方向径；W：露出根系の水平方向径.

露出している斜面方向径（L）および水平方向径（W：斜面と直角方向の長さ）をそれぞれ測定した。

なお野外調査は1993年8月および10月，1994年6月に行なわれた。

結果および考察

1. 根上がりの現状

根が地上に露出している樹木は島の大部分でみられるが，いわゆる「根上がり」と呼ばれるような地上数メートルにわたって根が露出している樹木は，標高140mから165m，傾斜角度30°～40°の南斜面に集中的に分布していた（図1）。

この地域は，高木層にモチノキおよびタブノキが優占し，亜高木層にヤブツバキおよびアカメガシワなど，低木層にヒサカキなどが生育している。草本層は非常に乏しく，ベニシダやキノクニスゲなどがわずかに生育する程度である。

とくに根上がり樹木周辺の林床には植物の生育はみられず，表層土が流亡し，安山岩が露出しているところも少なくなかった（図3～図7）。

根上がり樹木の測定結果を種毎に，根上がり高が大きい順に配列して表3に示した。調査対象樹木40本のうち，もっとも根上がりが多くみられたのはモチノキ *Ilex integra*（20本），ついでタブノキ *Persea thunbergii*（6本），ヤブツバキ *Camellia Japonica*（6本），ヒサカキ *Eurya Japonica*（6本），スダジイ *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii*（2本）であった。これらはいずれも常緑広葉樹で，ヒサカキは低木性，そのほかは高木性である。

各種の最大根上がり高（R）はモチノキが4.5m,

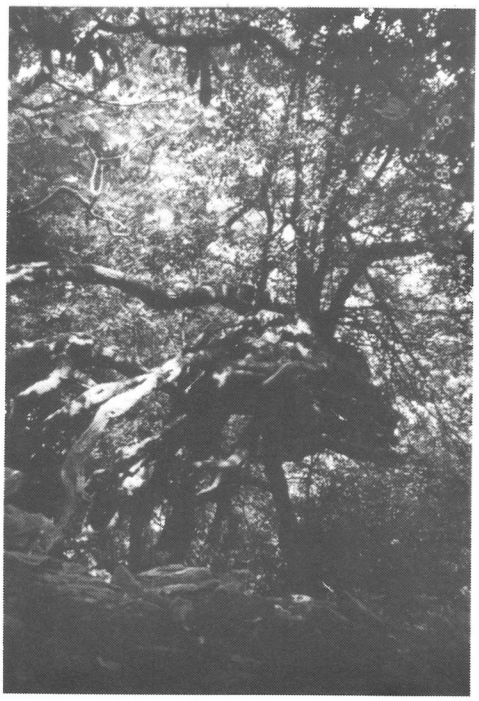


図 3　根上がりのモチノキ（No. 2）.
図3～図7の説明文中のカッコ内の数字は表3のNo.と一致する.

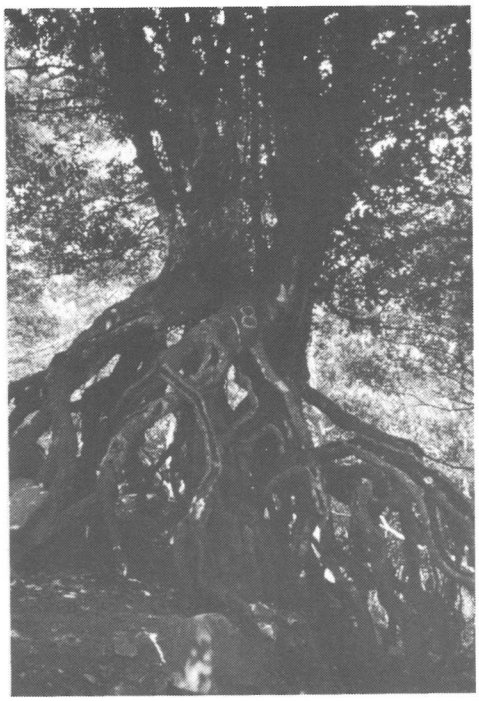


図4　根上がりのモチノキ（No. 5）.



図6　根上がりのタブノキ（No. 21）.

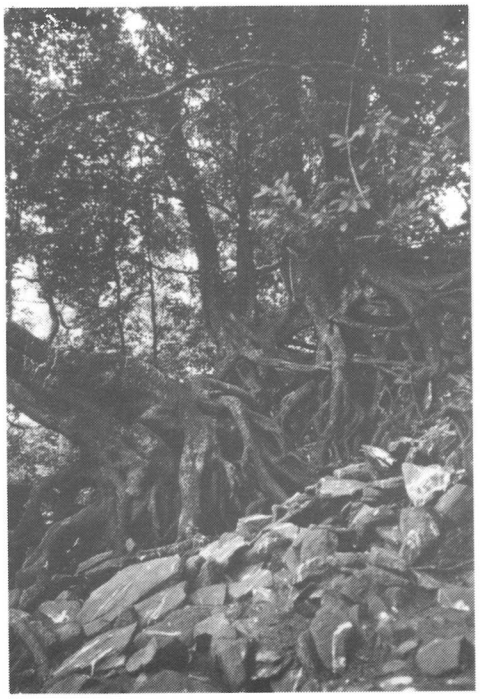


図5　根上がりのモチノキ（No. 17）.

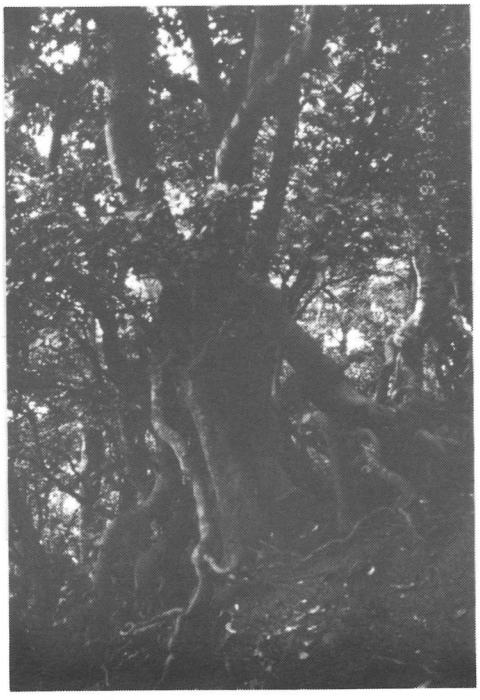


図7　根上がりのヤブツバキ（No. 30）.

表3　冠島の主要な根上がり樹木一覧．測定部分については図2参照．

No.	種名	標高	傾斜方位	傾斜角度	胸高直径	樹高	根上がり高	露出根系（m）	
					DBH	H	R	W	L
		(m)		(°)	(cm)	(m)	(m)	水平方向	斜面方向
	Ilex integra								
1	モチノキ	160	S54E	40	82	8	4.5	4.8	6.8
2	モチノキ	160	S54E	40	15＊	6	4.5	2.0	4.5
3	モチノキ	145	S	28	40	7	3.8	4.1	5.2
4	モチノキ	140	S41W	32	40	10	3.6	4.8	4.9
5	モチノキ	160	S24E	35	80	10	3.1	10.3	6.3
6	モチノキ	120	S20W	35	72	12	3.1	6.3	7.1
7	モチノキ	165	N50W	33	20	7	3.1	4.6	4.6
8	モチノキ	150	S48W	36	65	7	3.0	6.8	6.8
9	モチノキ	150	S20W	34	33	10	3.0	4.7	3.9
10	モチノキ	150	S41W	32	30	8	3.0	3.6	4.2
11	モチノキ	150	S48W	36	30	13	2.9	6.4	4.8
12	モチノキ	160	S8E	28	29	10	2.9	2.6	2.6
13	モチノキ	165	S60E	21	35	8	2.8	6.8	4.9
14	モチノキ	160	S35W	35	27	12	2.8	4.6	5.0
15	モチノキ	160	S20W	32	60	15	2.3	5.9	5.7
16	モチノキ	160	N80E	34	30	13	2.3	5.5	5.0
17	モチノキ	160	S78E	34	45	10	2.1	2.9	3.4
18	モチノキ	155	S20W	32	18	7	2.1	2.6	2.5
19	モチノキ	145	S58W	33	40	12	2.0	4.5	3.9
20	モチノキ	150	S60W	33	77	13	1.5	10.9	4.3
	Persea thunbergii								
21	タブノキ	150	S41W	32	45	14	3.7	8.2	5.7
22	タブノキ	160	S18E	32	80	7	3.3	3.3	4.7
23	タブノキ	150	S15W	34	80	16	2.2	5.9	4.8
24	タブノキ	160	S8E	28	43	13	2.0	6.0	5.5
25	タブノキ	165	S48E	5	71	13	1.7	7.0	7.0
26	タブノキ	165	N28W	38	45	9	1.1	1.0	0.8
	Camellia japonica								
27	ヤブツバキ	160	S18E	32	30	8	3.6	3.0	2.3
28	ヤブツバキ	160	S20W	34	30	8	3.0	2.8	2.3
29	ヤブツバキ	160	S18E	32	30	9	2.9	4.0	3.7
30	ヤブツバキ	160	S18E	32	30	12	2.7	3.6	3.7
31	ヤブツバキ	160	S8E	28	25	8	2.0	2.2	2.2
32	ヤブツバキ	135	S40W	30	41	9	1.5	2.9	2.3
	Eurya japonica								
33	ヒサカキ	140	S41W	32	18	3	2.2	3.2	5.0
34	ヒサカキ	160	S62E	33	21	5	1.4	2.6	3.0
35	ヒサカキ	160	S20W	34	27	3	1.3	2.5	2.2
36	ヒサカキ	160	S10W	33	20	2	1.3	1.0	1.3
37	ヒサカキ	155	S20W	32	8	3	1.3	2.5	1.9
38	ヒサカキ	160	S8E	28	11	3	1.2	3.0	2.5
	Castanopsis cuspidata var. *sieboldii*								
39	スダジイ	90	S10W	30	70	8	2.5	8.0	4.3
40	スダジイ	155	S20W	32	76	12	1.9	6.0	3.0

＊主幹折れのため萌芽を測定

タブノキが3.7 m，ヤブツバキが3.6 m，ヒサカキが2.2 m，スダジイが2.5 mであった。また露出根系の水平方向の最大径（W）は10.9 m，斜面方向の最大径（L）は7.1 m（いずれもモチノキ）であった。

丹（1956）が1928～56年に同島で調査を行い，樹木の根上がりを報告した地域は，現在の根上がり樹木集中地域よりさらに北の山陵部分である。しかしその地域の根上がり樹木は海軍の建築物により消失したと記されている。現在の根上がり樹木集中地域については，「老樹の根が地表に著しく露出している」とあるが，根上がりの記載はない。

したがって，丹の調査後に現在の根上がり樹木が生じたとすると，地表面に露出していた程度の根が，数メートルの根上がりに至るまで，40～50年を要したと考えられる。最大の根上がり高が4.5 mを示したモチノキの場合，単純計算すると土壌流亡量は90～112.5 mm／yr ということになるが，詳細な資料がないため，どれほどの年月をかけてこのような根上がりの状態になったのか明確ではない。しかし地上部に露出している根上がりの状況から，地形をも変えるほどの大量の土壌の流亡が伺える。

治田ら（1987）はオオミズナギドリが生息する東京御蔵島のスダジイ林において，根上がりから巣穴の中密度区（0.1～0.5／m^2）における土壌流亡量を算出し，19.5±3.5 mm／yr という値を得ている。

冠島で根上がり樹木が斜面上部に集中しているが，斜面中・下部では土壌の流出量に対して，上部からの土壌の堆積量があるため，侵食が上部ほど顕著ではないと考えられる。しかし根上がり樹木が南斜面上部に集中していることから，台風などにより，短期的に根上がりが生じた可能性も考えられる。いずれにしても斜面上部に限らず，冠島における林床環境はかなり不安定なものと考えられる。

2. 根上がり樹木の根系形態

苅住（1987）は根系の垂直分布について，浅根型（大部分の根系分布が表層土壌にあり，深い土壌層での発達がきわめて悪い），中間型（浅根型と深根型の中間），深根型（根系分布が堅密で，通気不良で貧栄養の心土にも多い）の3型に，水平分布について分散型（根系の水平分布が根株付近に集中せず，広い範囲にわたる），中間型（分散型と集中型の中間），集中型（根系分布が根株の周囲に分布）の3型にそれぞれ分類している。今回調査を行った根上がり樹木では，スダジイが深根型（垂直分布）・中間型（水平分布）に，そのほかの種は浅根型あるいは中間型（垂直分布）・

表4　根上がり樹木の根系特性.

（苅住，1987より作成）

				土壌		
	垂直分布	水平分布	支持力	保持力	pH	塩類濃度
モチノキ	浅根型	集中型	中	大	耐アルカリ性	耐高塩基性
タブノキ	中間型	集中型	大	大	耐アルカリ性	耐高塩基性
ヤブツバキ	浅根型	集中型	中	小	耐アルカリ性	耐高塩基性
ヒサカキ	浅根型	集中型	小	大	耐アルカリ性	耐高塩基性
スダジイ	深根型	中間型	大	大	耐アルカリ性	耐高塩基性

集中型（水平分布）に属している（表４）。

一般に浅根性樹種よりも深根性樹種の方が地上部に加えられた外力に対する抵抗力は大きい（苅住，1987）ため，土壌侵食により浅根型樹種は深根性樹種に比べて倒れやすいのではないかと推測される。しかし今回の調査では深根型はスダジイのみで，浅根型で支持力が中程度とされているモチノキやヤブツバキにおいて著しい根上がりがみられた。

そこで，つぎに根上がり樹木の測定値から，根上がりの詳細な検討を行う。

大・中径の根系が地上に露出している露出根系圏の水平方向径（W）と斜面方向径（L）との関係をみると，有意な正の相関（r＝0.69，n＝40，p＜0.01）が認められ，直線回帰式：W＝0.48L＋1.90が得られた（図８）。

つぎに露出根系圏を楕円で近似させて，露出根系圏面積を算出した。露出根系圏面積の最大値はモチノキの50.94m^2，最小値はタブノキの0.68m^{2}であった。胸高直径と露出根系圏面積との関係を図９に示すと，両者の間にはバラつきがみられるものの，正の有意な相関が認められた（r＝0.68，n＝40，p＜0.01）。樹種をモチノキに限定すると，相関係数はさらに高いものになった（r＝0.80，n＝20，p＜0.01，Y＝0.45X＋1.47）。このことは両者の相対生長関係，すなわち露出根系圏が時間とともに拡大していることを示唆している。

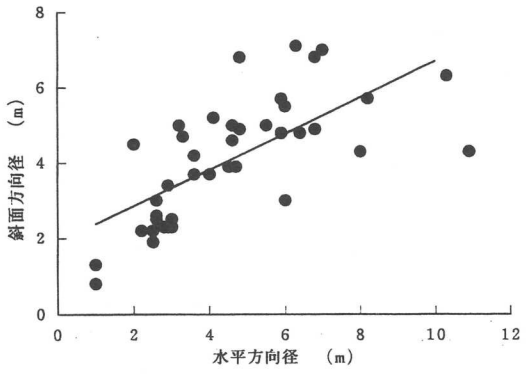


図８　露出根系の斜面方向径と水平方向径との関係（r＝0.69，n＝40，p＜0.01）.

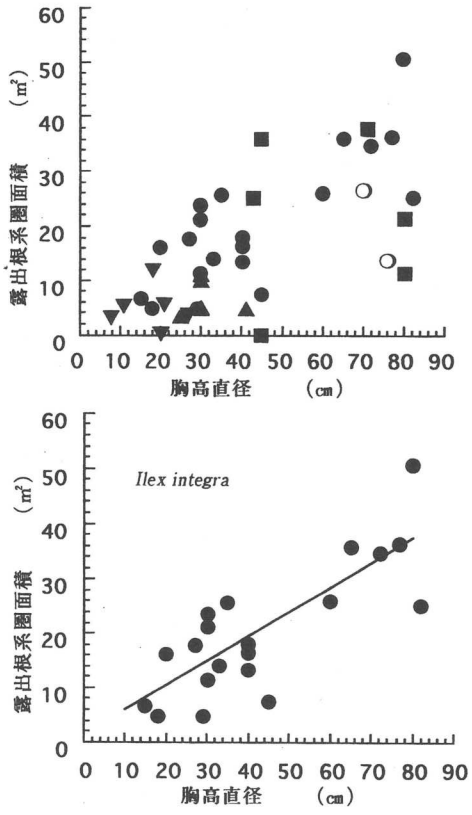


図９　胸高直径と露出根系圏面積との関係.
上図は全種（r＝0.68，n＝40，p＜0.01）を，下図はモチノキのみ（r＝0.80，n＝20，p＜0.01）を示す．黒丸はモチノキ，黒四角はタブノキ，黒三角はヤブツバキ，黒逆三角はヒサカキ，白丸はスダジイを示す.

露出根系圏面積（対数値）と根上がり高との関係（図10）をみると，相関係数は低いが，有意な正の相関が認められた（r＝0.43，n＝40，p＜0.01）。各種の主な分布域を楕円で囲むと，低木

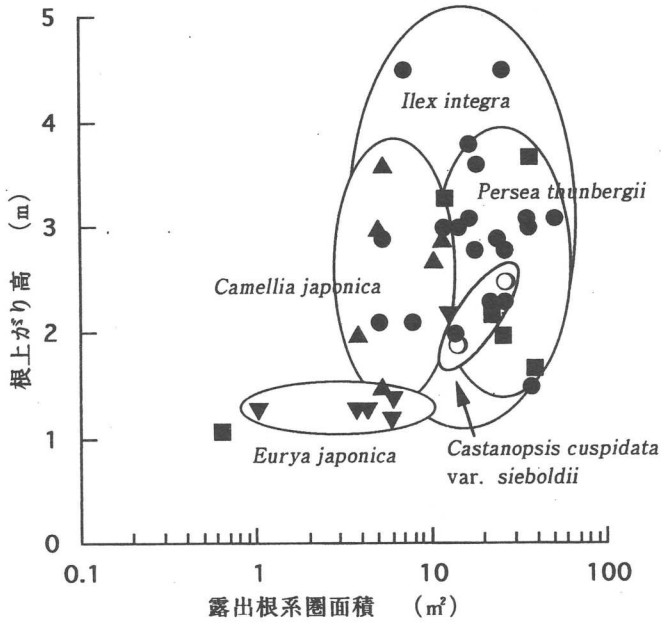


図 10 露出根系圏面積と根上がり高との関係（r＝0.43, n＝40, p＜0.01）．各シンボルは図 9 と同様.

性のヒサカキは露出根系圏面積，根上がり高とも小さい値に比較的まとまって分布した。そのほかの高木性樹種については，深根型のスダジイが露出根系圏面積，根上がり高とも中間値に分布し，それらよりも大きな範囲にヤブツバキとタブノキが分布した。しかしヤブツバキはタブノキよりも，露出根系圏面積では小さい値を示した。モチノキはかなりバラつきがみられたが，5 種の中では露出根系圏，根上がり高ともに大きな値に分布がみられた。

苅住（1987）は胸高直径と根系深度との間に有意な正の相関があることを報告しているが，今回のデータでは胸高直径と根上がり高との間には有意な相関がみられなかった。

冠島では土壌侵食が著しいものの，浅根型（垂直分布）で集中型（水平分布）のモチノキに代表されるように，樹木は根系を伸長・拡大させることによって倒木を逃れているという現象がうかがえた。これは生物的攪乱による環境圧の増大にともない，植物本来の根系形態を変化させ，生長を続けている植物の適応力を示唆するものであると考えられる。一方，アカメガシワなどの落葉広葉樹に顕著な根上がりがみられないのは，アカメガシワの寿命が短いことや根上がりに至るまでに倒木している可能性などが考えられる。

土壌侵食量の定量的把握と倒木頻度についての長期的調査が今後の課題である。

引用文献

地質調査所．1958．昭和32年度版地質図「冠島」

本城尚正．1983．冠島動・植物調査報告書．B．土壌，56－70．関西総合環境センター，大阪．

治田則男・丸山直樹・岡奈理子・黒田長久，1987．御蔵島のオオミズナギドリのコロニー構造．山

科鳥研報，19：56－76.
苅住　昇．1987．樹木根系図説．1121pp．誠文堂新光社，東京．
京都地方気象台．1981．京都気象100年．256pp．日本気象協会関西支部，大阪．
前迫ゆり．1983．冠島・蛇島の植生及び森林構造．奈良植物研究，6：29－37.
————．1985．オオミズナギドリの影響下における冠島のタブノキ林の群落構造．日生態会誌，35：387－400.
————．1993．島嶼の植物群落とオオミズナギドリとの関係．関西自然保護機構会報，14：73－84.
Maesako, Y. 1990. Effect of Streaked Shearwater *Calonectris leucomelas* on species Composition of *Persea thunbergii* Forest on Kanmurijima Island, Kyoto Prefecture, Japan. Eco. Res. 6：371－378.
ミロス・ホリー．1983．侵食－理論と環境対策－（岡村俊一・春山元寿訳）．229pp．森北出版，東京．
丹　信実．1956．京都府冠島の生物．113pp．京都平安学園教育研究会．
東洋経済新報社．1983．日本気象総覧　上巻．1064pp．東洋経済新報社，東京．
吉田直敏．1981．日本の野生動物9　樹に登る海鳥－奇鳥オオミズナギドリ．302pp．汐文社，東京．