

海流散布と海洋島フロラの成立

中西 弘 樹

(長崎女子短期大学)

はじめに

陸上植物にとって海水は有毒であり、海は分布拡大の障害となっている。したがって、それぞれの大陸や島には固有の植物が存在することになる。しかし、いくつかの散布様式の中には海を問題にしないものもあり、時には何百キロメートルにもわたって種子を散布させる、いわゆる長距離散布を可能にする能力を持った植物もある。海を渡る方法としては、果実あるいは種子が風に乗るか、鳥に食べられるかまたは体に付着するか、海流に浮くかのいずれかしかない。この中で海流に乗って分布を拡大する方法つまり海流散布は、他の散布様式と違ってどのような特徴を持っているのだろうか。

日本は、四方を海で囲まれているため、海流散布の研究には恵まれた環境にあると思われる。それにもかかわらず、これまで一部の植物を除いて海流散布の研究はほとんど行われてこなかった。筆者は、これまで漂着散布体の研究をきっかけとして、他の散布様式と共に海流散布を考えてきた。すでに海流散布植物の分布論については中西(1983)に、動物も含めた生物の海流散布については中西(1990)にまとめている。ここでは具体的なデータを示しながら、海流散布の実態を紹介すると共に、その散布様式が海洋島フロラの成立にどのようにかかわっているのかを論じてみたい。

散布体の漂着と植物の分布

種子散布の研究の中で最も重要で基本的なことは、散布の事実、すなわち実際に散布された証拠となるデータを得ることである。海流散布の場合には海流で運ばれ、海岸に打ち上げられた果実や種子、すなわち漂着散布体の情報を集めることである。

1. 日本の漂着散布体と分布

a. 漂着散布体の記録

日本列島の沿岸には熱帯の海域を源とする強大な暖流である黒潮が流れており、黒潮はベルトコンベアーのごとく熱帯起源の漂流物を日本列島に運んでいる。漂着散布体については江戸時代の本草書にもココヤシ、ゴバンノアシ、モダマなどが記録されている。しかし、科学的な記録は最近まで行われていない。日本列島の漂着散布

体は石井(1973, 1976), Nakanishi(1981, 1983, 1987), 中西(1983, 1991)などによって明らかにされ、約30種の熱帯起源の漂着散布体が知られている。このうち頻度の高いココヤシ、ゴバンノアシ、ニッパヤシ、モダマの県別漂着例の分布には次のような特徴がある(図1)。散布体は日本海側ではより北の方まで漂着しており、特に九州北部から山陰地方西部に多い。一方、太平洋側では房総半島までに漂着が認められ、それ以北には漂着しておらず、四国や紀伊半島の先端部に多い。これは明らかに海流の流れを反映している。黒潮の支流である対馬海流は東シナ海から日本海に入り北進し、一部は津軽海峡から太平洋側に出るが、分岐した一方は北海道西部沖まで北上している。一方、太平洋側では黒潮が九州、四国、紀伊半島、東海南部沖から関東南部沖まで北上し、そこから東に向きを変え日本列島から遠ざかる。したがって対馬海流に乗った散布体はより北まで運ばれ、太平洋側の散布体は関東以北には運ばれにくいことになる。このように海流散布体は海流の流れに支配されると言える。

次に実際に漂着散布体によって分布の拡大に一部成功した例を紹介する。

b. グンバイヒルガオとハマナタマメの分布

グンバイヒルガオとハマナタマメはよく知られた海流散布植物で、しばしばその分布圏(繁殖圏)を越えて、漂着種子から発芽しているのが観察される(中西 1987)。グンバイヒルガオの繁殖圏(ここで言う繁殖圏とは、毎年越冬し、開花・結実する生育地の分布範囲を示している)の北限は宮崎県児湯郡高鍋町(北緯32°6′)であるが、その範囲を越えて多くの芽生えや幼植物の生育が記録されてきた。それらを整理してみると、太平洋側では茨城県まで、日本海側はそれより北の山形県まで発見されている(図2)。特に能登半島ではほとんどの砂質海岸で毎年多くの芽生えが見られ、多量の種子が海流によって日本海に供給されている。ハマナタマメの繁殖圏の北限は島根県八束郡鹿島町(北緯35°31′)である。それより北でハマナタマメの幼個体が発見されたのは山形県、石川県、茨城県で(図3)、グンバイヒルガオに比べて発見頻度は少ない。これはハマナタマメの種子生産量が少ないことと、芽生えの形態が知られていないため、見過ごされていることが原因と考えられる。いずれにしても分布の範囲はグンバイヒルガオとよく似ており、日本

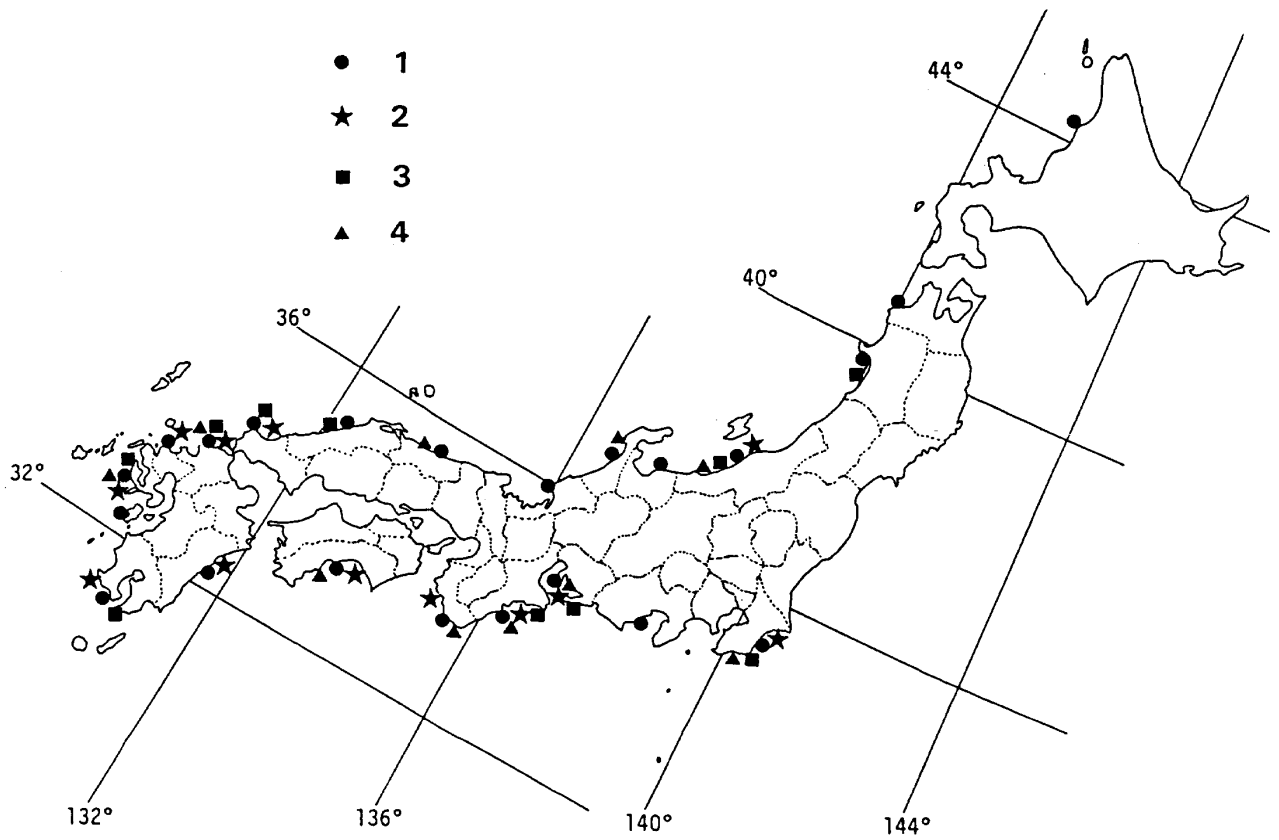


図1. 海流散布体の県別漂着例 (中西 未発表)

1 : ココヤシ, 2 : ゴバンノアシ, 3 : ニッパヤシ, 4 : モダマ

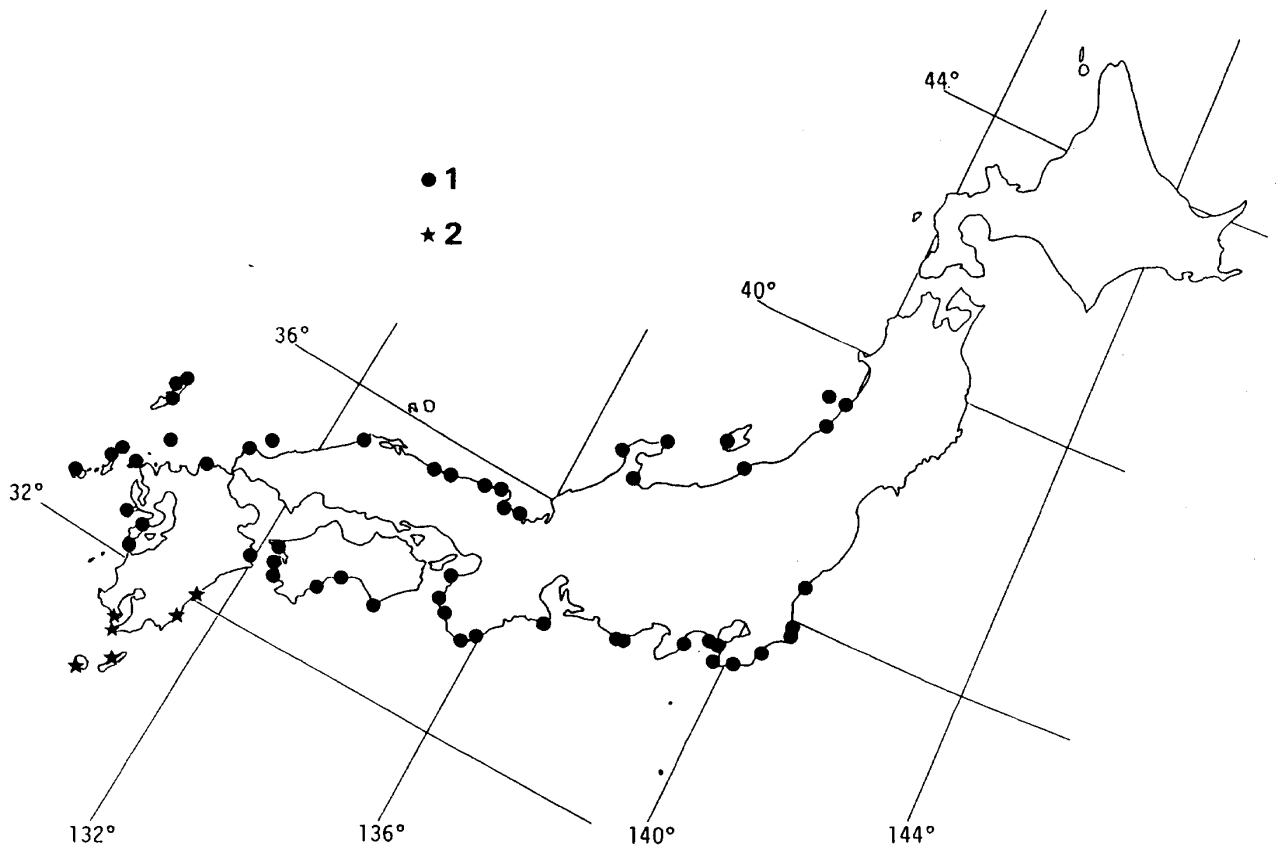


図2. ゲンバイヒルガオの分布図 (中西 1987)

1 : 漂着発芽分布地, 2 : 繁殖分布地

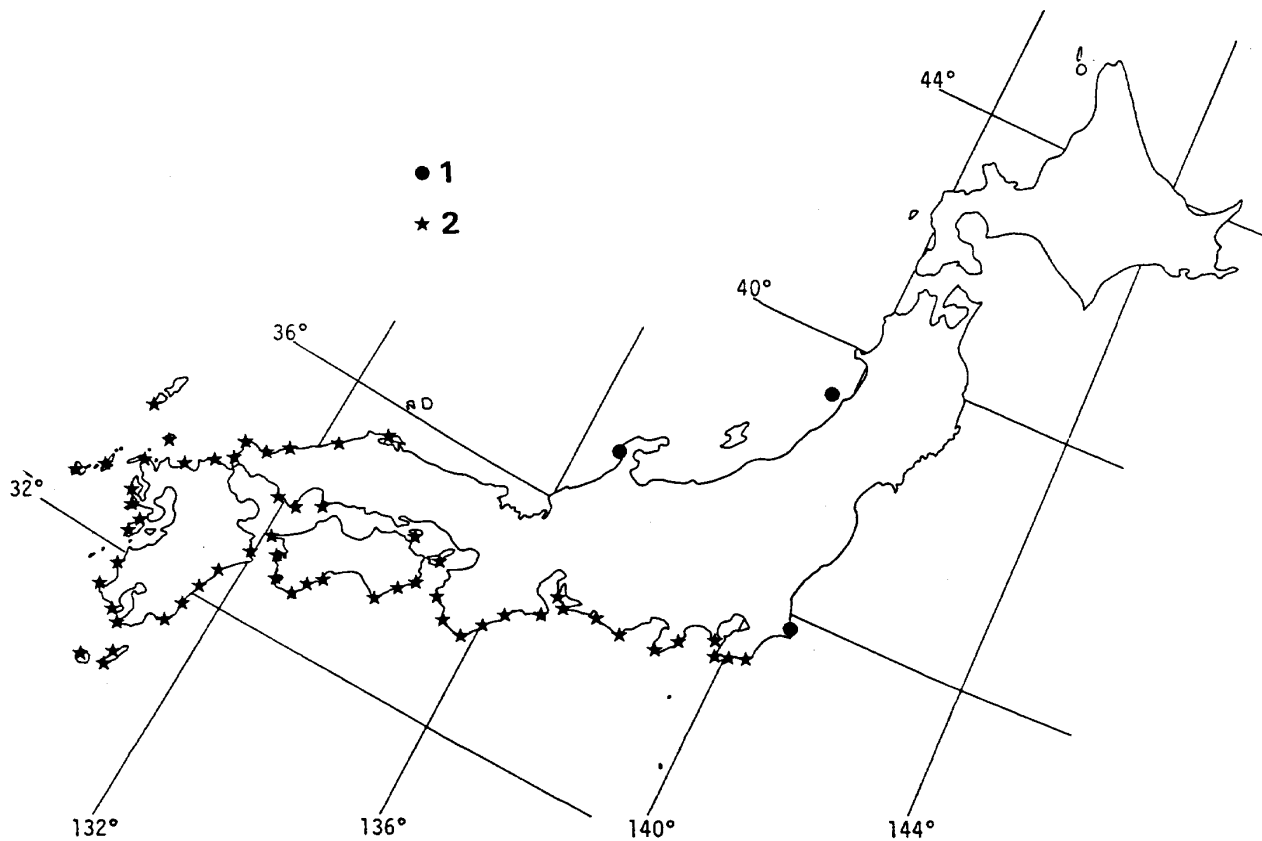


図3. ハマナタマメの分布図 (中西 1987)

1 : 漂着発芽分布地, 2 : 繁殖分布地

海側でより北まで分布している。この2種の生育地の分布範囲は熱帯起源の漂着散布体の分布に一致する。このような海流の流れが主な原因となって、日本海側海岸でより北まで分布しているものには、イワタイゲキ、ウミヒルモなどがある。

2. 世界の漂着散布体

漂着散布体の記録は古くからあるが、まとまった最初の研究はGuppy (1917) によるものである。最近になって世界各地から漂着散布体に関する報告が次々となされるようになり、海流散布の証拠が蓄積されてきた。まだ世界全体の海流散布のようすが明らかにされるまでには至っていないが、今日まで得られた資料に基づき紹介してみたい。

表1は熱帯起源の漂着散布体が多い地域と確認種数を示したもので、それぞれの調査期間や精度は異なるが、およその傾向は把握できると思われる。湾流（ガルフ・ストリーム）の影響を受けるメキシコ湾岸（Gunn & Dennis, 1973）、フロリダ半島（Gunn, 1968）、合衆国東南部沿岸（Gunn & Dennis, 1972）、西ヨーロッパ沿岸（Colgan, 1919; Nelson, 1978）などにおいては、西インド諸島や中南米を起源とする散布体の漂着が知られている。アジアでは古くKerr (1930) がタイの小島における漂着を記録しているが、アジアの他の地域では日本を除くと全く記録されていない。日本では八重

山諸島から52種（Nakanishi, 1983）、日本本土から28種の漂着散布体が報告されている（Nakanishi, 1987）。南半球では、ニュージーランド（Mason, 1961）およびオーストラリアのグレートバリアリーフの一部（Smith et al., 1990）、フィージ諸島（Smith, 1990）において記録されている。これらの記録から、次の点が指摘できる。漂着散布体の数は、海流の源に近い方の地域、つまり低緯度ほど多い。また海流散布体を生ずる多くの植物は、熱帯起源である。つまり海流散布植物は西インド諸島、東南アジア、ミクロネシアに多く生育している。Ridley (1930) は「海流散布植物は南アメリカやアフリカのような大陸の海岸ではなく、熱帯で多くの島々が存在する地域を起源とするものである」と考えたが、漂着散布体の分布からもその考えを支持している。

海流散布体の形態

散布体は、果実であったり、種子であったり、あるいは果実の一部であったりする。ヒルギ科などのマングローブ植物のように幼根が散布体となるものもある。後で述べるように果皮が水に浮く構造をしているものは、果実の状態で散布される。マメ科のモダマやシロツブなどは裂果を持つため種子が散布体となるが、同じマメ科でもクロヨナやナンテンカズラなどは不裂果を持つため、果実（莢）の状態で散布される。このようなものは、果

表1. 世界各地の熱帯起源の漂着散布体の種数 (中西 未発表)

地 域	緯 度	種 数	文 献
アイルランド	52-55° N	11	Nelson (1978)
カロライナ州	31-32° N	22	Gunn & Dennis (1972)
メキシコ湾岸	29-30° N	34	Gunn & Dennis (1973)
南東フロリダ	26-29° N	44	Gunn (1968)
ユカタン半島	18-21° N	150	Gunn et al. (1982)
日本本土	32-45° N	28	Nakanishi (1987)
八重山諸島	24° N	52	Nakanishi (1983)
カウタオ島 (タイ)	10°?N	50	Kerr (1930)
ノースオークランド (ニュージーランド)	34-35° S	9	Mason (1961)
スワインリーフ (グレートバリアリーフ)	22° S	34	Smith et al. (1990)
ビチレブ島 (フィジー)	18° S	73	Smith (1990)

皮が堅く、果実内に空所があり浮きやすくなっている。

1. 浮くための構造

海流で散布されるためには散布体が長期間海水に浮き続ける必要があるわけで、ココヤシ、モモタマナやモダマの一種 (*Entada gigas*) は少なくとも2年以上浮いている (Gunn & Dennis, 1976)。また、筆者はヒメモダマの種子を1年以上海水に浮かせた後、発芽することを確かめている。長期間浮くことができる散布体には明らかに浮くための特別な構造が発達しており、それによって長距離散布を可能にしている。その構造については古くから Schimper (1891), Guppy (1906), Muir (1937) などによって分けられてきている。Gunn & Dennis (1976) は、これまでの分け方を参考に、散布体を以下のようにわけている。

① 散布体の中に空所があるもの …… これには種子の中に空所があるサツマイモ属 (*Ipomoea*)、クズモダマ属 (*Mucuna*)、コガネヒルガオ属 (*Merremia*)、モダマ属 (*Entada*) などと、果皮に空所があるクルミ属 (*Juglans*) がある。

② 子葉組織が軽いもの …… ハマナタマメ (*Canavalia*)、デイゴ属 (*Erythrina*)。

③ 繊維質かコルク質あるいはその両方の果皮を持つもの …… ミフクラギ属 (*Cerbera*)、モモタマナ属 (*Terminalia*) など大形の果実を持つものはほとんどこの構造を持っている。モンパノキ、クサトベラ、キダチハマグルマなどは小さいにもかかわらずコルク質の果皮を持っている。

④ 散布体が薄いもの …… ヒルギダマシ属 (*Avicennia*)。

⑤ 上記の構造が複合したもの …… ゴバンノアシ属

(*Barringtonia*)、ココヤシ属 (*Cocos*) など。例えばココヤシは繊維質の果皮を持つばかりでなく、内果皮は堅く、海水の侵入から胚を守っており、内部の空所は浮力をつけている。

その他ハマオモトの場合には種子自身にコルク層があり、さらに胚乳の柔組織には空気を含む間隙がある (小清水 1933)。グンバイヒルガオの種子は、内部に空所があるばかりでなく、表面に密生した毛が水をはじく役目を持っており、浮きやすくなっている。このように海流散布体には海水に長期間浮くためのさまざまな構造が発達している。

海岸植物の散布

海流で種子が散布されるには、まず散布体が海に出なければならぬ。これには必ずしも海岸に生育していることが必要ではなく、例えば内陸であっても川岸に生育している植物であるならば、散布体が川の水に流されて海に出ることも容易である。実際に海岸に漂着した散布体の中には、川から海に出て流れてきたと思われるものも少なくない。しかし、海岸に漂着して運よく発芽し、生育するとなると内陸植物では不利であり、定着は不可能に近い。したがって、海流散布植物は多くが海岸植物であると考えられる。ここでは日本の海岸植物に注目して、その海流散布の可能性を調べてみる。

1. 日本本土に分布する海岸草本植物

a. 散布体の形態

海岸植物は立地からみて岩石海岸植物、塩生 (塩湿地) 植物、砂礫浜海岸植物に分けることができる。それぞれに属する植物の散布体の重量を比較してみると (表2)、

表2. 日本本土に生育する海岸草本植物の散布体の重量 (中西 未発表)

	g/100粒
岩石海岸植物	
ソナレムグラ	0.008
ハマボッス	0.023
ホソバワダン	0.032
エゾオオバコ	0.038
ダルマガク	0.071
ハマナデシコ	0.090
ボタンボウフウ	0.532
塩生植物	
フクド	0.032
ハママツナ (硬実)	0.054
ホソバノハマアカザ (硬実)	0.108
ウラギク	0.121
ナガミノオニシバ	0.128
マツナ	0.160
ハマサジ (硬実)	0.186
ホソバノハマアカザ (軟実)	0.257
マツナ (軟実)	0.394
砂礫浜海岸植物	
ネコノシタ	0.431
ハマハコベ	0.544
コウボウシバ	0.590
ハマボウフウ	1.187
ケカモノハシ	1.193
コウボウムギ	1.322
エゾノコウボウムギ	1.342
ハマヒルガオ	3.629
ハマエンドウ	3.836
ツルナ	15.996
ハマナタマメ	90.311
ハマオモト	1356

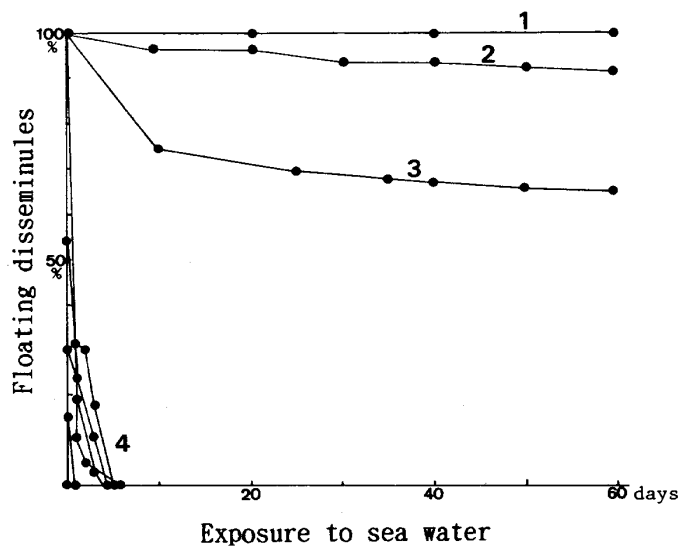


図4. 海岸草本植物の散布体の浮遊能力 (中西 未発表)

1: ハマボウフウ, ハマヒルガオ, ハマオモト, 2: ハマナタマメ, 3: ハマエンドウ, 4: ボタンボウフウ, ハマボッス, ハマサジ, ハママツナ, フクド

ス, 塩生植物であるハマサジ, およびハママツナ, フクドでは数日以内に散布体のすべてが沈んでしまう。つまり砂礫浜海岸植物の散布体だけが海流で散布される可能性がある。

次に, 海水が発芽に及ぼす影響, すなわち種子を海水に浸けた日数の経過による発芽率の変化を検討する (表3, 表4)。岩石海岸植物のハマナデシコとボタンボウフウでは明らかに海水に浸した期間が長くなるとその発芽率は低下するが, ハマボッスや塩生植物と砂礫浜海岸植物のほとんどでは海水の影響を受けていない。いずれにしても海岸植物の種子はある期間海水に浸されても発芽するものがあることを示している。したがって, 浮遊能力とあわせて考えると, 砂礫浜海岸植物では明らかに海流による長距離散布が可能であり, 塩生植物と岩石海岸植物でも短距離ならば海流で散布される可能性がある。

2. 日本本土における半マングローブ植物

a. 分布と生育地

海流散布する木本植物と言え, マングローブ植物である。しかし, これらは琉球列島まで分布するが, 日本本土には分布していないため, 日本本土における木本の海流散布を考えるにはその生育立地から見て, ハマジンチョウ, ハマボウ, ハマナツメの3種が好例である (Nakanishi, 1985)。ハマジンチョウはインドネシアから台湾, 琉球列島をへて九州西岸を長崎県五島列島まで分布しており (図5), その生育地は内湾や入江などの波浪の影響が少ない岸辺である。ハマボウは奄美大島から以北の琉球列島, 九州, 四国, 本州の関東南部まで分布し (図6), 特に紀伊半島に多く, 海水が流入する下流域や河口付近に群落を形成している (中西 1979)。

明らかに砂礫浜海岸植物の散布体は他の散布体より重いことがわかる。中でもハマオモトの種子はひじょうに重い。それに対して塩生植物と岩石海岸植物では軽く, 岩石海岸植物の方ではさらに軽いものも多く, ボタンボウフウを除くと1個あたりの重量は1mg以下である。

b. 浮遊能力と発芽率

海水中での散布体の浮遊能力を調べると (図4), 砂礫浜海岸植物であるハマボウフウ, ハマゴウ, ハマヒルガオ, ハマオモトの散布体は2カ月間全く沈むことがなく, ハマナタマメとハマエンドウでは少しずつ沈むものがあるが, いずれも優れた浮遊能力を持っている。それに対して岩石海岸植物であるボタンボウフウとハマボッ

表3. 海岸草本植物の散布体を海水に浸した後の発芽率 (中西 未発表)

	海水に浸した日数						
	0	1	2	3	5	10	20
岩石海岸植物							
ハマボッス	100%	100%	98%	100%	95%	98%	98%
ハマナデシコ	64	77	67	70	52	37	36
ポタンボウフウ	78	75	79	67	57	25	22
ホソバワダン	98	80	91	98	85	88	84
塩生植物							
フクド	86	—	—	—	64	69	62
ハマサジ	98	—	—	—	96	99	94
ホソバノハマアカザ(軟実)	100	—	—	—	98	90	99
ヒロハマツナ(軟実)	100	—	—	—	100	100	100
ハママツナ(軟実)	100	—	—	—	100	100	100
マツナ(軟実)	100	—	—	—	100	100	94

表4. 砂礫浜海岸植物の散布体を海水に浮かせた後の発芽率 (中西 未発表)

	海水に浮かせた日数				
	0	10	20	30	60
ハマヒルガオ	87±1.4% (99)	92± 6.6% (111)	88± 3.7% (95)	87±10.6% (70)	—
ハマエンドウ	79 % (38)	78 % (120)	81± 2.4% (57)	—	83 % (120)
ネコノシタ	48±1.3% (101)	44±11.3% (84)	48± 3.3% (61)	47±16.0% (70)	59±13.9% (80)
ハマナタマメ	10 0% (24)	—	—	94 % (67)	92 % (36)
ハマハコベ	89±5.9% (90)	92± 3.3% (148)	80±11.6% (85)	56± 3.3% (150)	89± 9.9% (165)

() は実験に用いた種子数

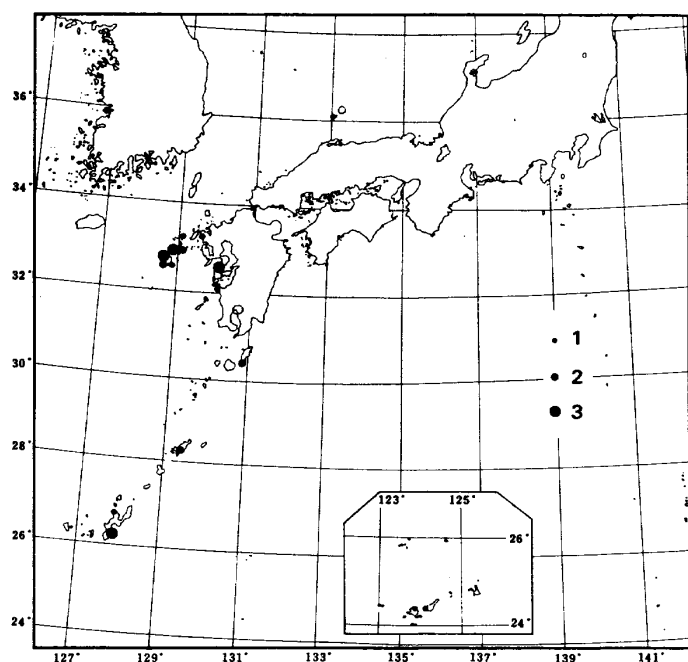


図5. ハマジンチョウの分布図 (Nakanishi, 1985)
 点の大きさは群落の個体数を表す (1 : 9以下, 2 : 10-49, 3 : 50以上)

ハマナツメは、中国南部と台湾から日本列島まで分布し (図7), 紀伊半島東部に多く見られ, 生育地の多くは海跡湖の岸である (中西 1981).

b. 散布体の形態

ハマジンチョウの果実は倒卵形で, 直径9-11mm, コルク質が発達し, 内部に1-3個の種子がある。ハマボウの1つの朔果の中には30-45個の種子が入っており, 朔果からこぼれた種子によって散布される。種子は長さ約5mm, 腎臓形をし, 内部には空室がある。ハマナツメの果実は半円球で, 端は翼状となり, 高さ5-6mm, 直径11-16mm, 中果皮は木質またはコルク質で, 内果皮はひじょうに堅い。内部は3室に別れ, それぞれ1個の種子が入っている。

c. 浮遊能力と発芽率

ハマジンチョウとハマボウの種子には海水に浮遊する期間がたつにつれて, すこしずつ沈むものがあるが, 2カ月たっても半数以上が浮いている (図8)。それに対しハマナツメでは4カ月たっても全く沈むものはなく, 浮遊能力に優れている。

次に, 海水に浮かせた後の発芽率を検討する (表5)。

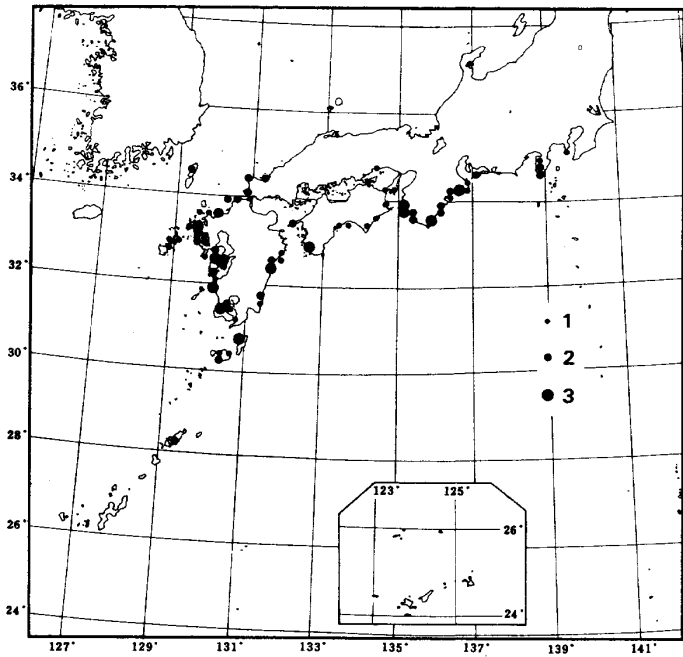


図6. ハマボウの分布図 (Nakanishi, 1985を一部改変)
 点の大きさは群落の個体数を表す
 (1 : 9以下, 2 : 10-99, 3 : 100以上)

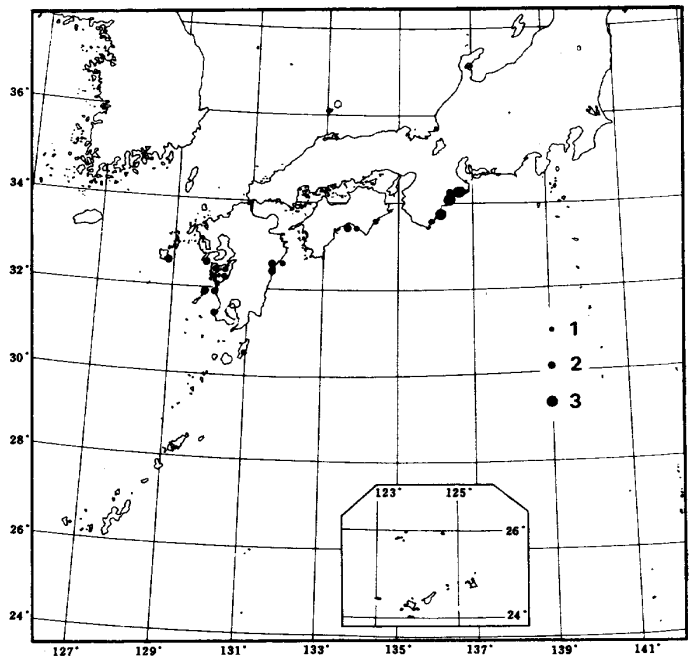


図7. ハマナツメの分布図 (Nakanishi, 1985)
 点の大きさは群落の個体数を表す
 (1 : 9以下, 2 : 10-99, 3 : 100以上)

表5. 海水に浮かせた後の発芽率 (Nakanishi, 1985)

	海水に浮かせた月数				
	0	1	2	3	4
ハマジンチョウ	6% (50) *	6% (50) *	10% (50) *		
ハマボウ	83% (90)	93% (69)	98% (87)	100% (81)	97% (100)
ハマナツメ	96% (93)	89% (85)	86% (76)	93% (86)	73% (96)

() は実験に用いた種子数
 * : 果実数

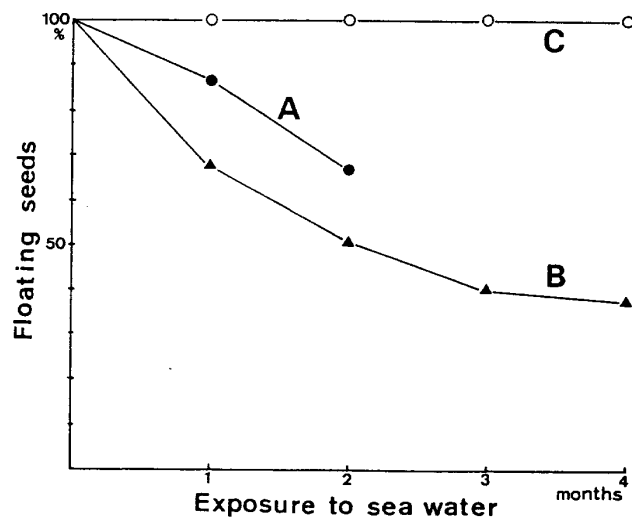


図8. 海水での浮遊能力 (Nakanishi, 1985)
 A : ハマジンチョウ, B : ハマボウ, C : ハマナツメ

表6. 琉球列島南部の海浜植物の散布体とその大きさ (Nakanishi, 1988)

植生帯*	種名	散布体の形状**	乾重量 (mg)	容積 (cm ³)	比重 (g/cm ³)
H	ナンカイハマナタマメ	S	465.4	0.65	0.72
	ソコベニヒルガオ	S	28.5	0.06	0.48
	グンバイヒルガオ	S	101.2	0.21	0.48
	ハマササゲ	S	36.6	0.09	0.41
	キダチハマグルマ	F	2.6	0.03	0.09
S	イボタクサギ	M	114.5	0.50	0.23
	モンパノキ	F	20.0	0.10	0.20
	アダン	M	3120	12.5	0.25
	クサトベラ	F	177.0	0.50	0.35
	イソフジ	S	112.2	0.30	0.37
F	テリハボク	F	4240	9.50	0.45
	ハテルマギリ	F	2238	3.83	0.58
	ハスノハギリ	F	1369	2.25	0.61
	オオハマボウ	S	14.1	0.05	0.28
	クロヨナ	F	2419	6.50	0.37
	モモタマナ	F	3797	21.0	0.18
	サキシマハマボウ	S	144.0	0.40	0.36

* H: 草本帯, S: 低木帯, F: 高木帯. ** S: 種子, F: 果実, M: 分果

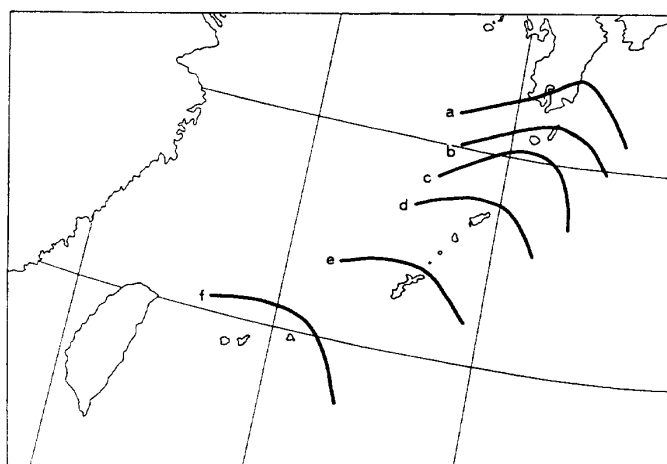


図9. 海浜植物群落の北限線 (中西 未発表)

a: グンバイヒルガオ群落, b: クサトベラーモンパノキ群集, c: オオハマボウ群落, d: アダン群集, e: クロヨナ群集, f: ハスノハギリ群集, g: ハテルマギリ群集, h: ナンカイハマナタマメ群集

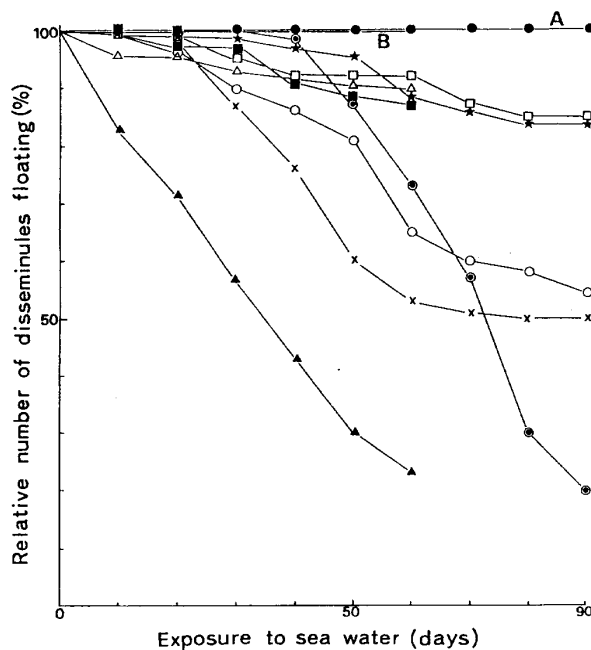


図10. 海水での浮遊能力 (Nakanishi, 1988)

●A: テリハボク, モンパノキ, クサトベラ, モモタマナ, キダチハマグルマ, ●B: ナンカイハマナタマメ, ハテルマギリ, クロヨナ, イソフジ, □: グンバイヒルガオ, ★: ハスノハギリ, △: ソコベニヒルガオ, ■: ハマササゲ, ○: オオハマボウ, ×: サキシマハマボウ, ◎: アダン, ▲: イボタクサギ

ハマジンチョウでは種子の稔性が低いせいか、発芽率が低い。しかし海水の影響は認められない。ハマボウとハマナツメは発芽率が高く、3、4カ月海水に入れた後でもよく発芽している。以上の結果からいずれの種も海水によって発芽が阻止されることはなく、海流散布の能力があると言える。

3. 琉球列島南部の海浜植生の構成種と散布

a. 海浜植生と構成種

琉球列島南部の海浜植生は、Miyawaki & Suzuki (1976) や中西・福本 (1985) が示したように、汀線に近い砂浜にはグンバイヒルガオ・ハマササゲ群集が広く被い、所によってはナンカイハマナタマメ群落被っている。その内側の低い砂丘にはツキイゲ群集が発達しており、次いでキダチハマグルマ群集、クサトベラーモンパノキ群集やイボタクサギ、イソフジなどの矮低木帯あるいは低木帯となり、さらにクロヨナ、オオハマボウ、ハテルマギリなどの亜高木帯をへてハスノハギリの優占する高木帯へと明瞭なゾーンネーションが発達している。このような海浜植生のゾーンネーションは Schimper & Farber (1935) や Richards (1952) が述べている熱帯アジアのものときわめて似ている。これらの群落の構成種はほとんど旧熱帯あるいは汎熱帯に分布する植物であり、内陸に見られる群落の構成種の分布型と大きく異なる。図9は主な海浜群落の分布北限を示したものであ

る。前章で述べたように、これらの構成種は東南アジアから黒潮に乗って北上分布し、このように琉球列島で北限をなしたもので、琉球列島南部は東南アジアと共通の海浜植生が発達していると言える。これらの構成種の中で、優占種あるいは標徴種である17種について、海流散布の能力と実際の散布状況が調べられた (Nakanishi, 1988)。

b. 散布体の形態と浮遊能力

これら17種の散布体の形状、乾重量、容積、比重をみると、大きな傾向がある (表6)。散布体が果実であるものはもちろんのこと、種子であっても散布体はひじょうに大きい。また、キダチハマグルマ、イボタクサギ、モンパノキ、クサトベラなどではコルク質が、アダンでは繊維質が発達しているし、その他のものでは散布体の内部に空室があるなど、浮くための構造が備わっている。実際に散布体を海水に浮かせて、その浮遊能力を調べた結果が図10である。テリハボク、モンパノキ、クサトベラ、モモタマナ、キダチハマグルマ、ナンカイハマナタマメなどの散布体は3カ月以上海水に浮き続けることができるし、その他のものでは、海水に浸けた日数がたつにつれて沈むものがでてくる。調べたすべての種の散布体には2カ月間海水に浸けても浮くものがあることがわかる。したがってこれらの散布体は海流に乗ってかなりの距離運ばれる可能性があると言える。

表7. 海水に浮かせた後の発芽率 (Nakanishi, 1988)

植生帯*	種名	海水に浮かせた月数			
		0	1	2	3
H	ナンカイハマナタマメ	90% (46)	100% (46)	95% (20)	—
	ソコベニヒルガオ	90% (60)	87% (60)	91% (35)	94% (34)
	グンバイヒルガオ	70% (60)	86% (60)	78% (60)	79% (60)
	ハマササゲ	99% (68)	95% (93)	98% (68)	—
	キダチハマグルマ	26% (100)	63% (100)	46% (90)	54% (95)
S	イボタクサギ	60% (10)	88% (24)	40% (10)	40% (15)
	モンパノキ	54% (300)	73% (198)	59% (400)	53% (240)
	アダン	100% (33)	82% (29)	84% (27)	83% (27)
	クサトベラ	90% (60)	83% (60)	94% (52)	31% (36)
	イソフジ	76% (25)	70% (37)	100% (15)	—
F	テリハボク	70% (21)	56% (18)	53% (15)	48% (33)
	ハテルマギリ	18% (50)	42% (50)	15% (39)	—
	ハスノハギリ	64% (22)	53% (30)	70% (21)	33% (18)
	オオハマボウ	67% (150)	79% (150)	81% (150)	81% (150)
	クロヨナ	96% (25)	95% (21)	74% (17)	—
	モモタマナ	79% (14)	77% (13)	67% (12)	83% (6)
	サキシマハマボウ	51% (96)	66% (93)	54% (172)	67% (100)

* H: 草本帯, S: 低木帯, F: 高木帯
() は実験に用いた種子あるいは果実数

c. 発芽能力

次に散布体を海水に浸した後の発芽率を検討する(表7)。海水に浸した期間はそれぞれ0(コントロール)、1, 2, 3カ月である。調べたものの中にはテリハボクのように、海水に浸した結果、発芽率が低下したものもあるが、いずれの種も1カ月あるいは2カ月の間、発芽能力を保持したまま海水に浮くことができる種子を持っており、程度の差こそあれ、すべて海流散布の可能性を持った植物である。

d. 野外での散布状況

実際に野外で散布体がどのように散布されているかを知るために、冬期に漂着物が帯状に打ち上げられ堆積した場所(砂浜)に1㎡の調査区を設定し漂着散布体を調べた(表8)。合計19の調査区について約4mm以上の散布体の種類と数とを調査した。1つの調査区には5~14種の散布体が見い出され、出現頻度の最も高いものはアダンで、次いでクサトベラ、イボタクサギ、ハスノハギリ、モンパノキ、クロヨナと続いている。海浜植生の構成種の多くは高頻度に漂着している。

次に漂着した散布体からの芽生えを夏期に調べた。調査区を1~4㎡とし、合計18の調査区から芽生えの種類と数とを調査した(表9)。1つの調査区には5~

表8. 漂着散布体の種類と出現状況(Nakanishi 1988を改変)
調査区数: 19

	出現回数	頻度(%)	総数
アダン	17	89	151
クサトベラ	16	84	514
イボタクサギ	13	68	50
ハスノハギリ	13	68	19
モンパノキ	13	68	142
クロヨナ	8	42	25
ミフクラギ	8	42	9
テリハボク	7	37	11
サガリバナ	6	32	10
ソテツ	6	32	12
モモタマナ	6	32	9
ハテルマギリ	5	26	9
ソコベニヒルガオ	5	26	7
ヤエヤマヒルギ	5	26	5
モクマオウ	4	21	5
ヒルギモドキ	4	21	141
ナンテンカズラ	4	21	6
シイノキカズラ	4	21	4
グンバイヒルガオ	3	16	4
以下省略			

13の芽生えが見られ、出現頻度の最も高いものはクサトベラで、以下オオハマボウ、モンパノキ、グンバイヒルガオ、ハマゴウ、ハマササゲ、ハマオモト、モモタマナの順であった。やはり海浜植生の構成種の出現頻度が高いことがわかる。サガリバナやヤエヤマヒルギは漂着散布体としてよく見られたが、芽生えは発見されなかった。これらは泥質海岸に生育するものであり、砂浜では発芽できないためであろう。

琉球列島南部の海浜植生の構成種は海流散布植物であり、黒潮によって熱帯域から分布を拡大したものであると推定される。

海洋島フロラの成立と海流散布

1. 新しい島への植物の侵入と距離効果

a. クラカタウ諸島のフロラの成立

海底火山の噴火などで新しくできた島に生物はどのように移住し、定着するのだろうか。これは生物地理学の興味深い課題の1つである。その課題を解くよい例がジャワ島とスマトラ島の間にあるクラカタウ諸島であった。1883年にクラカタウ火山が大爆発をおこし、3つの新しい島ができた。噴火後3年目にはグンバイヒルガオをは

表9. 芽生えの種類と出現状況(Nakanishi 1988を改変)
調査区数: 18

	出現回数	頻度(%)	総数
クサトベラ	17	94	167
オオハマボウ	17	94	119
モンパノキ	16	89	69
グンバイヒルガオ	14	78	26
ハマゴウ	12	67	36
ハマササゲ	7	39	9
ハマオモト	7	39	7
モモタマナ	6	33	6
ハスノハギリ	6	33	7
ナンテンカズラ	4	22	4
キダチハマグルマ	4	22	13
クロイワザサ	4	22	4
テリハボク	3	17	3
ハテルマギリ	3	17	13
タイワンウオクサギ	3	17	5
アダン	3	17	11
イボタクサギ	3	17	12
シマシラキ	3	17	3
ヤエヤマアオキ	3	17	6
ハマタイゲキ	3	17	63
以下省略			

表10. 3島のフロラの散布型組成の比較 (Ridley, 1930)

	海流散布	風散布	鳥 散 布			その他	合計	ジャワ島からの距離
			被食型	付着型	泥と共に			
クラカタウ	60	34	34	9	3	4	144	40 km
クリスマス	44	9	36	15	0	7	129	224 km
ココス・キーリング	17	0	0	5	0	0	22	1,126 km

はじめ、ゴバンノアシ、クサトベラ、テリハボク、モモタマナなど海流散布植物が10種、風散布植物が16種確認され、14年後には海流散布植物が一番多くなり、さらに25年後には海流散布植物が60種、風散布植物が32種、動物散布植物が23種となった (Docters van Leeuwen, 1936)。一方、1930年には4番目の島アナク・クラカタウ島が誕生した。その2年後に訪れた Docters van Leeuwen はアダン、ハマナタマメの一種 (*Canavalia rosea*)、グンバイヒルガオ、ゴバンノアシ、モモタマナ、ハウガンヒルギ、クロヨナの芽生えと発芽した41個のココヤシの果実を見つけた (Hill & Docters van Leeuwen, 1933)。海岸林の構成種が遷移の初期に侵入し、いちやく林を形成する点は、海流散布の大きな特徴であろう。これらの種はすでに述べたように大部分が琉球列島の海浜植物と共通である。また小笠原諸島の近くの新しい火山島である西之島新島には最初にグンバイヒルガオの群落が成立し、その後ゴバンノアシ、テリハボク、モモタマナ、モダマ、ココヤシなどの果実や種子の漂着が発見されている。

b. 海流散布植物と距離効果

クラカタウ諸島の植物の侵入は、供給源である本島からの距離が近いこと、その影響を強く受けていると考えられる。本島からの距離が遠くなるとその島のフロラの成立がどのように異なってくるのだろうか。Ridley (1930) は、上に述べたクラカタウ諸島と共に、クリスマス島、ココス・キーリング島の散布型組成を比較している (表10)。本島であるジャワ島からこれらの島までの距離はそれぞれ40km, 224km, 1,126kmであり、ココス・キーリング島が一番離れている。これらの島はいずれも熱帯にあり、平均気温はほぼ同じで、風向きは季節によって変わるものの、主風は南東である。土壌や海岸のようすはそれぞれの島で異なっている。表10から明らかのように、クラカタウ島においては風散布植物が多い。これは明らかに供給源であるジャワ島に近いからであり、距離が遠い島ほど散布種数は少なくなっており、距離効果が表れている。鳥に食べられて運ばれる漿果をつける植物はクラカタウ島とクリスマス島でほぼ同じであるが、付着散布植物はクリスマス島に多い。これはクリスマス島には多くの海鳥が訪れるためであろう。クリスマス島において海流散布植物が少ないのは、この島に砂浜がほとんどないことが一つの原因と考えられる。ココス・キー

リング島では海流散布植物が多く、それ以外は海鳥によってもたらされる付着散布植物だけである。このように海流散布は、風散布に比べて距離効果が小さく、大陸あるいは主島から遠く離れた海洋島で他の散布型よりも多く侵入できると言える。

2. 海洋島フロラの散布型比較

Carlquist (1967) は東太平洋とポリネシアにおける海洋島の種子植物の散布型組成を比較している (図11)。彼は散布型を1. ラフティングのようなまれにおこる海流散布, 2. 頻繁におこる海流散布, 3. 粘着性のある果実あるいは種子でくっついて運ばれる鳥散布, 4. 泥と一緒に脚にくっついて運ばれる鳥散布, 5. 被食型鳥散布, 6. トゲやカギをもち羽毛にくっついて運ばれる鳥散布, 7. 風散布の7つの型に分け、それぞれの割合を示している。島による散布型組成の割合の違いは、距離効果もあるかも知れないが、それよりもそれぞれの島の

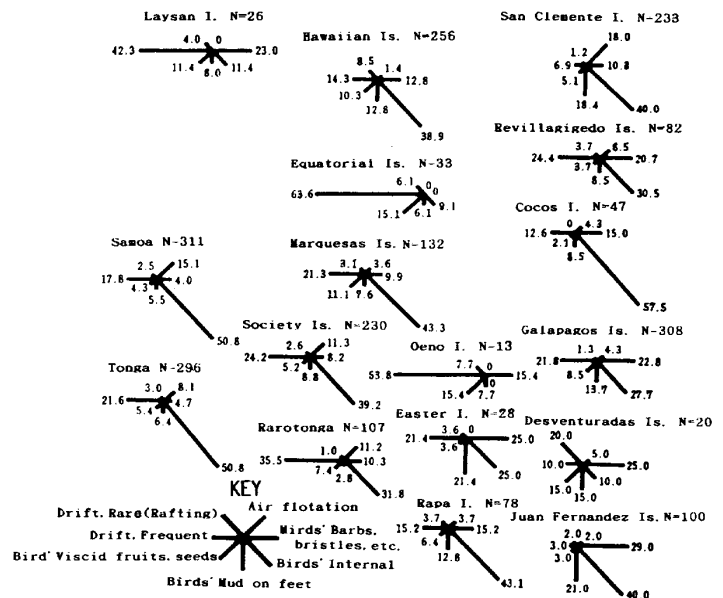


図11. 東太平洋とポリネシアにおける海洋島の種子植物の散布型組織 (Carlquist, 1967) それぞれのグラフは島の位置を考慮して配列されている。棒グラフの長さはパーセントを表し、Nは全種類数を示す。

環境の違いを反映しているものと考えられる。頻繁におこる海流散布の割合が高いものはライサン島、イクアトリアル諸島、オエノ島である。これらはいずれも全島の生育する種数が少なく、海流散布植物がサンゴ礁の島に先駆的に侵入したものと思われる。一方、出現種数が多い島、すなわちハワイ諸島、サモア、トンガ、ソシエティ諸島、ガラパゴス諸島を比較してみると、ハワイ諸島では海流散布が少ない。これは、北半球に位置するハワイ諸島周辺には北赤道海流が東から西へと流れ、その源流域には海流散布植物が少ないのに対して、南半球では東南アジアからマイクロネシア、ポリネシアへと分布を拡大した海流散布植物があることによって種数が多くなっていると考えられる。このような比較を東南アジアやマイクロネシアの島で行えば、海流散布の割合がもっと高いはずである。

まとめと考察

海流散布と海流散布植物の特徴および海洋島フロラの成立と海流散布の関係をまとめると次のようになる。

1. 散布体が大きい、つまり種子が大きい …… 風で運ばれたり、動物に運ばれる場合には、物理的に重さあるいは大きさに制限があるはずである。しかし、海流散布の場合には海水に浮きさえすれば、散布体の重さ、大きさは問題がない。海流散布植物の中には大きな果実を持っているものが多く、その中の種子も大きい。またモダマやハマオモトなど種子で散布されるものも種子自身が大きい。したがって、それだけ栄養を持った状態で散布されることから、風散布体のような小さい種子に比べて定着率が高いと考えられる。特に砂浜や、新しい火山島、サンゴ礁の島など土壌の未発達な立地にも先駆的に侵入できることになる。

2. 浮くための構造が発達している …… 海水に浮くための構造の中で特に著しい特徴は、発達したコルク質、繊維質の果皮である。散布体が大きい理由の1つはこの構造にある。ココヤシやゴバンノアシなどの果実はその良い例である。

3. 散布に方向性があるが、距離効果は小さい …… 散布体は海流の流れの方向に運ばれる。風でも上空では偏西風のように方向性があるが、地上部つまり植物の高さでは必ずしも一定の方向に風が吹いているとは言えないし、季節によっても変化する。したがって、海流散布は風よりも一定の方向に散布されやすい特徴がある。また、海流は何百キロ、あるいは千キロ以上も流れているため長距離散布が可能であり、風散布に比べて距離効果が小さい。つまり海流に乗り継いで行けば世界的に広がることができるわけで、海流散布植物の中にはグンバイヒルガオやオオハマボウのように汎熱帯種がある。

4. 熱帯、亜熱帯域に多い …… 特に木本植物の中で海流散布されるものは熱帯や亜熱帯に限られる。したがっ

て、熱帯や亜熱帯域の島では海岸林の成立に海流散布植物の役割が大きいことになる。

5. 大陸の海岸よりも島に多い …… 海流散布植物は東南アジア、ポリネシアや西インド諸島に多く、それらの海域やそこを源とする海流域の島々には海流散布植物が多くなる。例えば黒潮が沿岸を流れる琉球列島は多く、そうでない小笠原諸島は少ない。したがって、新しく島ができた場合、その島の周辺の海流状況によって、その後のフロラの成立に大きな影響を与える。

6. 海岸植物、その中でも砂質海岸植物に多い …… 散布体の漂着、発芽、定着から考えて、海流散布植物は多くが海岸植物であることは当然であるが、さらに岩石海岸植物や塩生植物よりも砂質海岸植物に多い。したがって、島に散布体が漂着し、定着できるような砂浜があるかどうかは、島のフロラの成立に大きく影響する。

引用文献

- Carlquist, S. 1976. The biota of long-distance dispersal V. Plant dispersal to Pacific Islands. *Bull. Terrey Bot. Club* **94**: 129-162.
- Colgan, N. 1919. On the occurrence of tropical drift seeds on the Irish Atlantic coasts. *Proc. R. Ir. Acad. Ser. B*, **35**: 29-54.
- Docters van Leeuwen, W. M. 1936. Krakatau, 1883 to 1933. A: Botany. *Ann. Jard. Bota. Buitenz.* **46-47**: 1-506.
- Gunn, C. R. 1968. Stranded seeds and fruits from the southeastern shore of Florida. *Gdn. J. N. Y. Bot. Grd.* **18**: 43-54.
- Gunn, C. R. & J. V. Dennis 1972. Stranded tropical seeds and fruits collected from Carolina beaches. *Castanea* **37**: 195-200.
- Gunn, C. R. & J. V. Dennis 1973. Tropical and temperate stranded seeds and fruits from the gulf of Mexico. *Marine Science* **17**: 111-121.
- Gunn C. R. & J. V. Dennis 1976. *World Guide to Tropical Drift Seeds and Fruits.* The New York Times Book Co., New York.
- Guppy, H. B. 1906. Observations of a naturalist in the Pacific between 1896 and 1899. **2**: 1-627. Macmillan, London.
- Guppy, H. B. 1917. *Plants, seeds and currents in the West Indies and Azores.* Williams & Norgate, London.
- Hill, A. W. & W. Docters van Leeuwen 1933. Germinating coconuts on a new volcanic island, Krakatoa. *Nature* **132**: 674-675.
- 石井忠 1973. 北部九州沿岸の漂着物 採集と飼育 **35**: 14-24, 48.

- 石井忠 1976. 北部九州沿岸の漂着物2 採集と飼育
38 (2) : 27-32, 41-45.
- Kerr, A. 1930. Fruit and seeds in the drift on
Kaw Tao. Jour. Siam Soc. Nat. Hist.
Suppl. 8 : 103-117.
- 小清水卓二 1933. 日本産ハマオモト (*Crinum asiaticum* L. var. *japonicum* Bak.) の種実生態学
的研究 植物及動物 1 : 1569-1578.
- Mason, R. 1961. Dispersal of tropical seeds by
ocean currents. Nature 191 : 408-409.
- Miyawaki, A. & K. Suzuki 1976. Vegetation
der Dunen und der Korallenbauten aufden
Ryukyu-Inseln, Japan. Bull. Inst. Env. Sci.
& Tech. Yokohama Natl. Univ. 2 : 115-
152.
- Muir, J. 1937. Seed-drift of South Africa.
So. African Depart. Agri. & Forestry Bot.
Sur. Mem. No. 16.
- 中西弘樹 1979. ハマボウ群落の分布と生態 植物分類
地理 30 : 169-179.
- Nakanishi, H. 1981. Notes on tropical drift
fruits on the coast in Japan. Jour. Phyto-
geo. & Taxon. 29 : 67-69.
- 中西弘樹 1981. ハマナツメ群落の分布と生態 植物分
類地理 32 : 106-115.
- Nakanishi, H. 1983. Drift fruits and seeds on
the coast of the Yaeyama Islands, southern-
most of Japan. Jour. Phytogeo. & Taxon.
31 : 22-30.
- 中西弘樹 1983. 熱帯植物の散布体の漂着1, 2 海洋
と生物 24 : 57-61, 119-123.
- 中西弘樹 1984. 海流散布植物とその分布圏の意義 地
球 6 : 113-119.
- Nakanishi, H. 1985. Geobotanical and ecologi-
cal studies on three semi-mangrove plants
in Japan. Jap. J. Ecol. 35 : 85-92.
- Nakanishi, H. 1987. Stranded tropical seeds
and fruits on the coast of the Japanese
Mainland. Micronesica 20 : 201-213.
- 中西弘樹 1987. 日本本土におけるグンバイヒルガオと
ハマタマメの分布と海流散布 植物地理・分類研究
35 : 21-26.
- Nakanishi, H. 1988. Dispersal ecology of the
maritime plants in the Ryukyu Islands.
Japan. Ecol. Res. 3 : 163-173.
- 中西弘樹 1990. 海流の贈り物-漂着物の生態学 平凡
社
- 中西弘樹 1991. 西九州における熱帯起源の果実と種子
の漂着記録 長崎女子短大紀要 15 : 25-30.
- 中西弘樹・福本紘 1985. 石垣島の砂浜植生の成帯構造
の成立 日生態会誌 35 : 513-525.
- Nelson, E. C. 1978. Tropical drift fruits and
seeds on coasts in the British Isles and west-
ern Europe. I. Irish beaches. Watsonia 12 :
13-112.
- Ridley, H. N. 1930. The Dispersal of Plants
throughout the World. L. Reeve, Ashford,
Kent.
- Schimper, A. F. G. 1891. Indo-malayische
strandflora. Fischer, Jena.
- Schimper, A. F. W. & F. C. Faber 1935. Pfla-
nzengeographie auf physiologischer Grundl-
age. Auf. 3. Gustav Fischer, Jena.
- Smith, J. M. B. 1990. Drift disseminules on
Fijian beaches. New Zealand Jour. Botany
28 : 13-20.
- Smith, J. M. B., H. Heatwole, M. Jones & B.
M. Waterhouse 1990. Drift disseminules on
cays of the Swain Reefs, Great Barrier
Reef, Australia. Jour. Biogeo. 17 : 5-17.