

海浜植物の生息に必要な砂浜幅の検討

加藤 史訓*・鳥居 謙一**・橋本 新***

1. はじめに

海岸保全計画において砂浜の保全目標を設定するにあたっては、越波防止等の防護の観点とともに、生物の生息空間としての機能など環境の観点からも検討が必要である。海浜植物は砂浜の陸上部における代表的な生物であり、砂浜への車両乗り入れ規制に見られるようにその保全が求められていることから、海浜植物の生息環境を考慮した砂浜の保全目標の検討が必要である。

Hesp (1991) は、海浜植物の生息の制約要因として、飛塩、埋没、海水の浸入、乾燥、高温、強風、土壌塩分、栄養不足などを挙げている。内山 (1998) は、土壌塩分の急変部と砂草の生息領域の最前部がほぼ一致していることを示した。そのような制約要因は複合的に作用し、一般的には砂浜における植物の生息は汀線に近づくにつれて難しくなっていく。海浜植物が砂浜に生息するためには、そのような制約要因が緩和されるのに十分な砂浜幅が必要である。

砂浜の設計諸元と海浜植物の生息との関係についての知見は限られている。小島ら (1997) は、福岡県の玄海・響灘沿岸の砂浜海岸における植生の生育限界点を汀線からの距離と標高で示している。加藤 (1999) は、小島ら (1997) のデータと関東地方の砂浜海岸のデータを用いて、砂浜幅と海浜植物の種類数との関係を整理している。西ら (1998) は、鹿児島県の吹上浜海岸における汀線変動量と植生帯の海側境界の変動量との関係を明らかにし、侵食域では植生帯が後退し、堆積域では植生帯が前進することを示している。しかし、いずれも海浜植物の生息に必要な砂浜幅については検討していない。

そこで、本研究では、現地海岸での砂浜幅と植生帯幅のデータを空中写真の解析により収集し、その結果をもとに海浜植物の生息に必要な砂浜幅について検討した。

2. 調査方法

調査対象地域は、図-1 に示された、太平洋に面する鹿島灘沿岸(大洗港～利根川河口の約 70 km)、九十九里沿岸(飯岡漁港～太東漁港の約 60 km)とした。いずれも長大かつ緩勾配の砂浜海岸であるが、鹿島灘沿岸では 1947～1990 年に大洗港の南側や鹿島港の北側、波崎漁港の北側で汀線が後退し (宇多・山本, 1994)、九十九里沿岸では 1970～1993 年に飯岡漁港および太東漁港より中央部に向かって侵食域が広がってきた (宇多, 1996)。海浜植物は、鹿島灘沿岸ではクロマツ林の海側にハマグルマ・コウボウムギ群落が見られ (茨城県, 1999)、九十九里沿岸ではハマニンニク群落やコウボウムギ群落などが見られる (千葉県, 1997)。Suzuki・Numata (1982) によれば、九十九里沿岸では、1965 年以降、広範囲で土壌が造成され、その海側斜面にハマニンニクが、陸側斜面にワセオバナが植栽されたが、10 年以上経てからハマニンニクが海側に分布を広げる一方、その陸側にコウボウムギなどが定着し、ワセオバナはチガヤに置き換わっていったという。

砂浜幅と植生帯幅は、縮尺 1/8,000～1/12,500 の空中写真から、沿岸方向に 100 m 程度の間隔で設定した測線において判読した。砂浜および植生帯の陸側境界は、堤

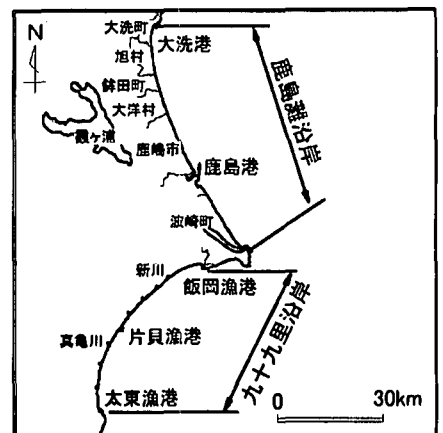


図-1 調査対象地域

* 正会員 工修 国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室研究官
** 正会員 工修 国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室長
*** 水修 (株)アイ・エヌ・エー海岸部

表-1 潮位補正に用いた前浜勾配

沿岸名	範囲	前浜勾配
鹿島灘	大洗町～旭村	1/30
	銚田町～大洋村	1/40
	鹿嶋市	1/20
	波崎町	1/40
九十九里	飯岡漁港～新川河口	1/50
	新川河口～真亀川河口	1/30
	真亀川河口～太東漁港	1/20

表-2 空中写真の撮影時期

沿岸名	撮影時期名称	撮影時期
鹿島灘	1975年	1974年12月～1975年2月
	1987年	1987年10～11月
	1999年	1999年12月
九十九里	1975年	1974年12月～1975年2月
	1989年	1989年1月
	2000年	2000年1～2月

防・護岸により岸沖方向が分断されている場合には堤防・護岸とし、堤防・護岸がない場合、あるいは堤防・護岸があっても地中に埋もれている場合には砂丘の頂部とした。汀線は、表-1に示された、深浅測量成果をもとに設定した前浜勾配と、撮影時期の潮位に基づいて補正して推定した。

使用した空中写真の撮影年月は表-2のとおりである。植生帯の判読に必要なカラー写真は1975年がもっとも古かったので、それ以降の変化を追うこととした。また、撮影時期はいずれも秋～冬であるが、加藤・佐藤(1998)によればこの時期は九十九里沿岸において海浜植物の分布がもっとも少なくなる。よって、本調査で得られる植生帯幅は、植物が少ない時期における実測値と考えられる。

3. 砂浜幅と植生帯幅の変化

3.1 沿岸間の概略比較

図-2は、砂浜および植生帯が存在した測線の割合を示している。鹿島灘沿岸、九十九里沿岸とも、砂浜の存在率には経年的な減少傾向が見られるが、植生帯の存在率は変動しているものの経年的な減少傾向は見られなかった。このことから、両沿岸とも、砂浜のない区間が広がってきたものの、植生帯の沿岸方向延長の減少には繋がっていないと考えられる。

図-3は、砂浜がある測線における砂浜幅の平均値と、植生帯がある測線における植生帯幅の平均値を示してい

る。砂浜幅は、鹿島灘沿岸より九十九里沿岸の方がいずれの時期も約20m広く、両沿岸とも、1987～1989年以前はほとんど変わらず、それ以降は増加していた。砂浜がない区間が広がってきたことも踏まえると、両沿岸とも砂浜が偏在する方向に変化してきたと考えられる。一方、植生帯幅も九十九里沿岸の方がいずれの時期も広いが、鹿島灘沿岸では経年的に増加しているのに対して、九十九里沿岸では植生帯の存在率と同様の変化を示していた。

3.2 鹿島灘沿岸

図-4の左半分は、鹿島灘沿岸での、1975年における砂浜幅および植生帯幅、1975～1987年および1987～1999年における砂浜幅および植生帯幅の変化量を、1975年、1987年、1999年における海岸構造物の沿岸分布とともに示している。

1975年には、鹿島港の周辺以外では消波工や突堤はほとんどなかった。砂浜幅は、鹿島港より北では少なくとも30m、ほとんどが50～100mであり、鹿島港より南ではほとんどが50～150mで、大局的には鹿島港から利根川河口に向かって減少していた。埋立地である46～52km区間は、その南側と比べて突出しているため、砂浜は存在しない。一方、植生帯は、鹿島港より北では10～20mの幅のものが散在しているが、鹿島港より南では砂浜幅が100m以上の52～59km区間で幅30m程度で存在

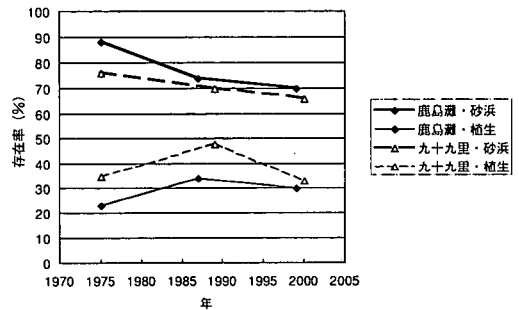


図-2 砂浜・植生帯の存在率

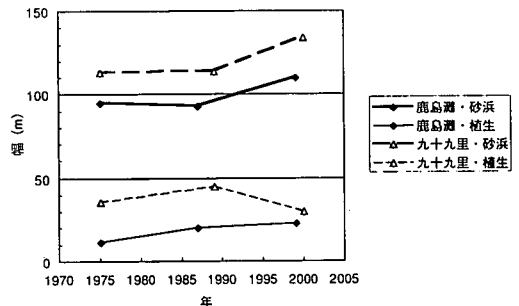
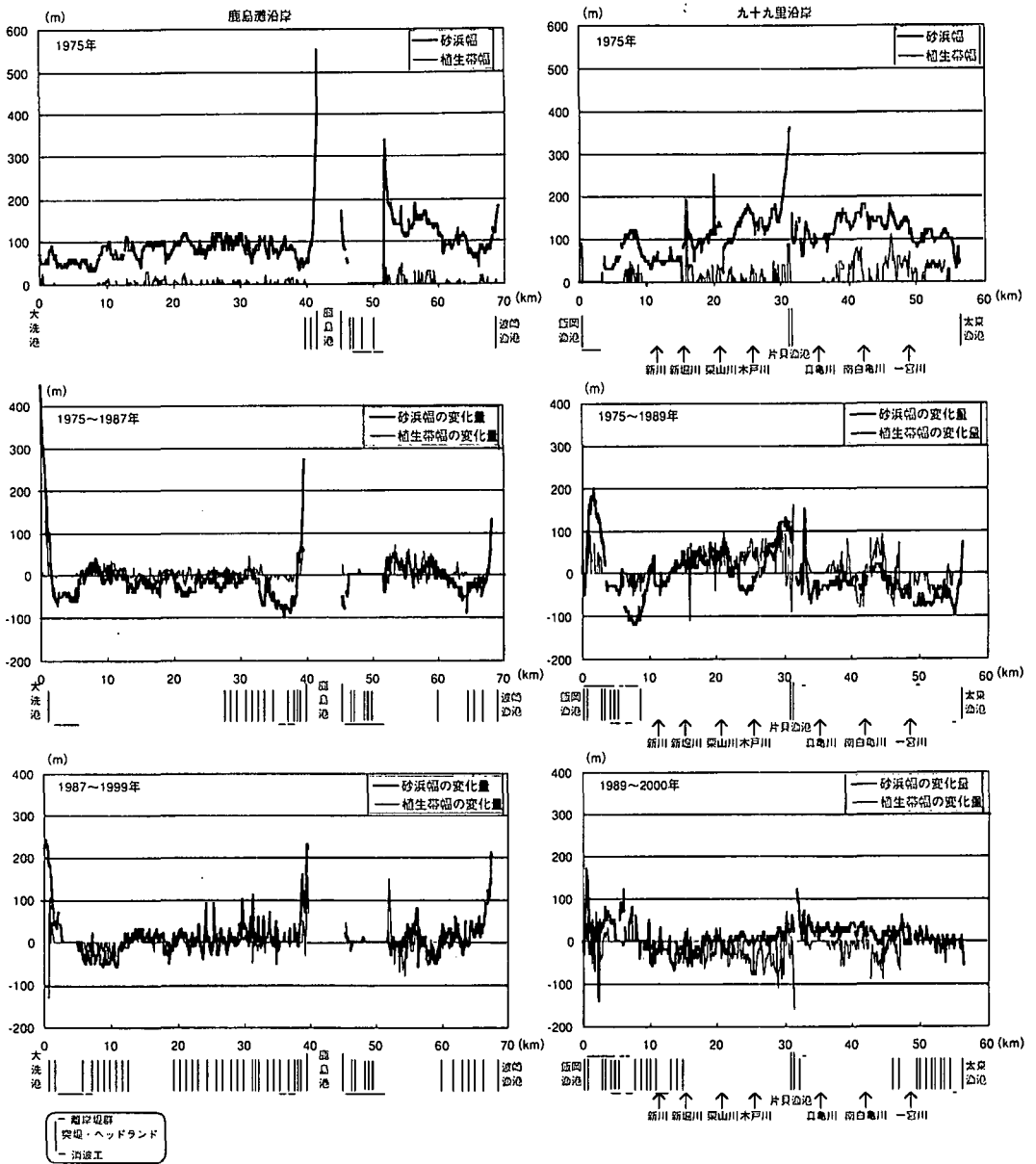


図-3 砂浜・植生帯の平均幅



図一 砂浜幅、植生帯幅の経年変化と海岸構造物の設置過程

していた。

1975~1987年には、2~6 km 区間、35~38 km 区間に消波工が、27~39 km 区間、60 km 地点付近、64~67 km 区間に突堤やヘッドランドが整備された。大洗港や鹿島港の近くを除いては全体的に侵食傾向で、3~5 km 区間では砂浜が完全に消失した。植生帯幅は、鹿島港より北では大洗港や鹿島港近くの堆積域に加えて6~13 km 区間で、鹿島港より南では52~60 km 区間で増加している。また、全体的に砂浜幅より植生帯幅の方が減少量が小さい傾向が認められるが、これは侵食前の植生帯幅が

砂浜幅の減少量より小さい測線が多いことによる。

1987~2000年には、6~8 km 区間に消波工が、6~13 km 区間、19~27 km 区間、61~64 km 区間にヘッドランドが新たに整備された。鹿島港より北では、大洗港南の侵食域が6 km 南下しているが、ヘッドランドが整備された24~35 km 区間では堆積傾向にある。鹿島港より南では、1975~1987年に侵食傾向だった61~67 km 区間では堆積に変じたが、隣接する58~60 km 区間では侵食に転じた。植生帯幅は、全体的には砂浜幅の変化とほぼ対応して変動していた。堆積域の方が広いため、平均的な

植生帯幅は増加している。

3.3 九十九里沿岸

図一4の右半分は、九十九里沿岸での、1975年における砂浜幅および植生帯幅、1975～1989年および1989～2000年における砂浜幅および植生帯幅の変化量を、1975年、1989年、2000年における海岸構造物の沿岸分布とともに示している。

1975年には、21 km 地点付近の栗山川河口、43 km 地点付近の南白亀川河口、49 km 地点付近の一宮川河口等の導流堤のほか、飯岡漁港の近くに消波工やヘッドランドが設置されていた。砂浜幅は多くの区間で50～150 m程度であったが、片貝漁港の北東側や栗山川および新堀川の河口で突出し、飯岡漁港の西側では砂浜は見られなかった。宇多(1996)のデータによれば、1970～1977年に片貝漁港周辺では100 m以上汀線が前進していることから、片貝漁港の北東側では当時急速に砂浜幅が増加していたと考えられる。一方、植生帯は、6～10 km 区間、16 km 地点から片貝漁港の間、36～55 km 区間に存在し、16 km 地点や片貝漁港の近く、42～43 km 区間、45～47 km 区間で幅50 m以上となっていた。全体的には、砂浜幅が大きいほど植生帯幅も大きくなる傾向が認められる。

1975～1989年には、飯岡漁港の近くで離岸堤や突堤、消波工が、片貝漁港の南西では離岸堤が設置された。砂浜幅は、飯岡漁港や片貝漁港の近くや13～23 km 区間で増加し、4～13 km 区間や23～27 km 区間、34 km 地点より南西で減少していた。植生帯幅は、砂浜がほとんど消失した6～9 km 区間や、侵食域である47～55 km 区間を除いて増加傾向にある。その中には、14～23 km 区間のように砂浜幅の増加と植生帯幅の増加がほぼ等しいところと、23～26 km 区間のように侵食されているにも関わらず植生帯幅が増加しているところがある。23～26 km 区間では、侵食後も砂浜幅が約100 mもあることから、砂浜幅の減少が海浜植物の生息にあまり影響しなかったと考えられる。また、離岸堤が設置された飯岡漁港の近くでは、植生帯幅は、堆積域では増加し、侵食域では減少していた。

1989～2000年には、9～16 km 区間や46～55 km 区間にヘッドランドが新たに整備された。砂浜幅は、10～18 km 区間で減少しているが、片貝漁港より南西では全体的に増加傾向であった。植生帯幅は、全体的に減少傾向で、25～30 km 区間や42～47 km 区間では50 m以上減少した箇所があった。

3.4 海岸保全施設が植生帯幅に及ぼす影響

離岸堤やヘッドランドなどの設置により砂浜幅が増加した区間では植生帯幅も増加する傾向にあったことから、海岸保全施設の設置は砂浜幅の増加を通じて植生帯

の形成に寄与していると考えられる。また、離岸堤は、ヘッドランドと異なり、直接的に波の打ち上げ高を低減することにより植物の海側への進出を助長する効果があると想像されるが、その効果は砂浜幅の影響に比べると小さいようである。

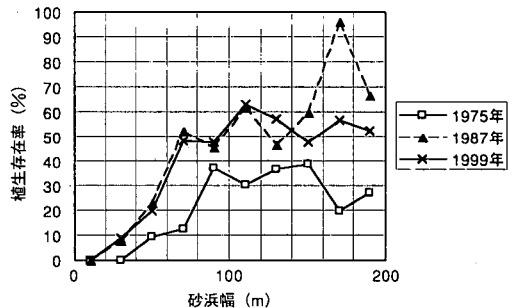
4. 砂浜幅帯毎の植生存在率・平均植生帯幅

図一5および6は、鹿島灘沿岸および九十九里沿岸の各砂浜幅帯毎の植生存在率(砂浜がある測線において植生が存在する割合)を示している。

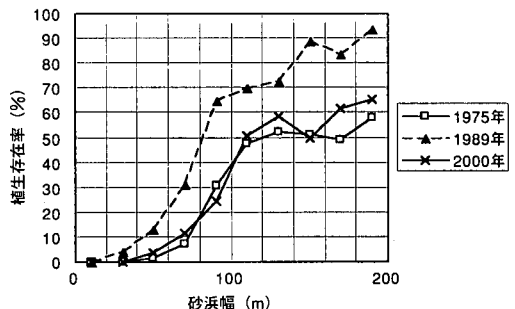
鹿島灘沿岸では、1975年には、幅40 m以下の砂浜では植生は存在せず、幅40～80 mの砂浜で約10%、幅80 m以上の砂浜では20～40%の存在率であった。1987年になると、全体的に存在率は上昇し、幅20～40 mの砂浜でも植生が出現していた。1999年の植生存在率は、幅120 m以下の砂浜については1987年とほとんど変わらなかった。

九十九里沿岸では、1975年には、鹿島灘沿岸と同様に幅40 m以下の砂浜では植生は存在せず、砂浜幅40 m以上になると砂浜幅の増加とともに植生存在率が増加していた。1989年になると、全体的に植生存在率は上昇し、幅20～40 mの砂浜でも植生がある測線が出現していた。2000年になると、植生存在率は全体的に減少し、1975年とほぼ同様であった。

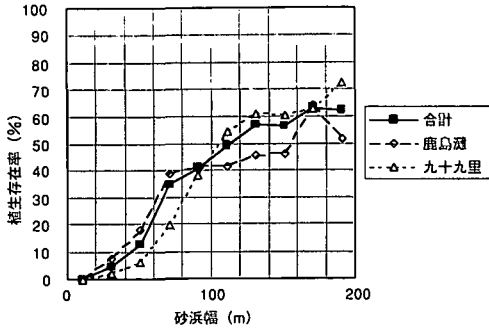
このように、砂浜幅と植生存在率との関係は調査年に



図一5 鹿島灘沿岸の植生存在率



図一六 九十九里沿岸の植生存在率



図一七 植生存在率の沿岸間比較

より異なる。植生の生息に必要な砂浜幅の検討にあたっては、図一七のように、3時期のデータを一括して集計して平均的な関係を明らかにすることとした。その結果、鹿島灘沿岸および九十九里沿岸では、砂浜幅が20m未満では植生が存在しなかったこと、植生存在率は砂浜幅の増加とともに上昇し、砂浜幅20~40mで5%、砂浜幅100~120mで約50%、砂浜幅140~200mで約60%となることがわかった。このことから、太平洋に面した緩勾配の砂浜では、秋冬季においても植物が生息するには砂浜幅は最低でも20mは必要なこと、5割以上の確率で植生が存在する砂浜を設計する際には砂浜幅100mが目安になることがわかる。

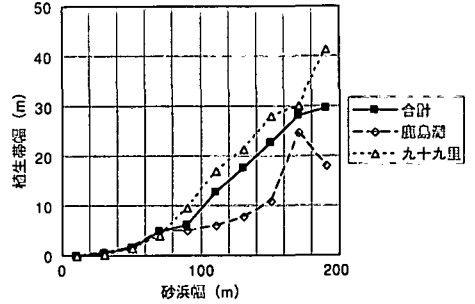
図一八は、3時期のデータを一括集計して得られた各砂浜幅帯毎の植生帯幅の平均値を示している。鹿島灘沿岸と九十九里沿岸を合計した結果を見ると、平均植生帯幅は、砂浜幅100m未満では6m以下であるが、砂浜幅100~120mでは13m、砂浜幅160~180mでは28mと、砂浜幅100mを境にして急激に増加していた。また、両沿岸を比較すると、幅80m未満の砂浜では平均植生帯幅にほとんど差がないが、幅80m以上になると九十九里沿岸の方が急激に平均植生帯幅が増加していた。この違いを明らかにするためには制約要因の強さのほか植物の遷移状況などについても検討する必要があるが、少なくともある砂浜幅を境にして砂浜幅と植生帯幅との関係が変化することは言えそうである。

5. おわりに

本研究で得られた主な知見は以下のとおりである。

(1) 1975年以降、鹿島灘沿岸、九十九里沿岸とも、砂浜の延長が減少した一方、砂浜がある区間では砂浜幅が広がった。それに対し、植生帯は鹿島灘沿岸では微増傾向、九十九里沿岸では微減傾向であった。

(2) 秋冬季の鹿島灘沿岸および九十九里沿岸では、砂浜幅が20m未満では植生が存在せず、砂浜幅20~40



図一八 植生帯幅の沿岸間比較

mで5%、砂浜幅100~120mで約50%と、砂浜幅の増加とともに植生存在率が上昇していた。また、平均植生帯幅が6mとなる砂浜幅100mを境にして、平均植生帯幅は砂浜幅の増加に対して急激に増加していた。

本研究は太平洋に面した緩勾配の砂浜を対象としているので、急勾配の砂浜、あるいは波浪が比較的小さい砂浜において設計を行う際には別途検討が必要である。

本研究の実施にあたっては、鹿島灘沿岸の空中写真のネガを茨城県土木部河川課より、既往調査の資料を千葉県土木部河川課よりお借りしました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 茨城県 (1999): いばらきの海岸植物, 18 p.
- 宇多高明 (1996): 海岸における地形学的視点の重要性, 日本地形学連合編「地形学から工学への提言」, pp. 109-138.
- 宇多高明・山本幸次 (1994): 鹿島灘沿岸の海浜変形特性と沿岸漂砂量の鉛直分布の算定, 土木技術資料, Vol. 36, No. 3, pp. 58-63.
- 内山雄介 (1998): 海一陸境界領域としての海岸空間の環境特性に関する研究, 東京工業大学博士論文, pp. 99-109.
- 加藤史訓 (1999): 砂浜の植生と地形変化, ヘドロ, No. 76, pp. 18-23.
- 加藤史訓・佐藤慎司 (1998): 海岸植生と砂浜の地形変化, 土木技術資料, Vol. 40, No. 5, pp. 56-61.
- 小島治幸・武若 聡・入江 功・片岡 治・島田 浩・筒井久喜 (1997): 砂浜海岸における自然環境の保護・保全に関する基礎的研究, 海岸工学論文集, 第44巻, pp. 1186-1190.
- 千葉県山武土木事務所 (1997): 県単海岸調査委託 (海浜植物調査) 報告書, 107 p.
- 西 隆一郎・宇多高明・佐藤道郎・西原幸男・井之上由人 (1998): 吹上浜海岸における汀線と海岸植生および砂丘林境界の長期変動特性, 海岸工学論文集, 第45巻, pp. 661-665.
- Hesp, P. A. (1991): Ecological processes and plant adaptations on coastal dunes, Journal of Arid Environments, Vol. 21, pp. 165-191.
- Suzuki, E. and M. Numata (1982): Succession on a sandy coast following the construction of banks planted with *Elymus Molliis*, Japanese Journal of Ecology, Vol. 32, No. 2, pp. 129-142.