

## 淡路島の海岸クロマツ林における地域住民の実感としての生態系サービス

遠藤健彦<sup>1,2,3</sup>・藤原道郎<sup>1,2\*</sup>・大藪崇司<sup>1,2</sup>・澤田佳宏<sup>1,2</sup>・山本聡<sup>1,2</sup>

## Ecosystem services of coastal pine forests recognized by local residents in Awaji Island, western Japan

Takehiko Endo<sup>1,3</sup>, Michiro Fujihara<sup>1,2\*</sup>, Takashi Oyabu<sup>1,2</sup>, Yoshihiro Sawada<sup>1,2</sup> and Satoshi Yamamoto<sup>1,2</sup>

**Abstract:** The purpose of the present study was to clarify ecosystem services which were recognized by local residents living in areas behind coastal pine forests in Awaji Island. Study sites were three coastal pine forests such as Keinomatsubara, Fukiagehama and Oohama Park which was located along Harimanada, Pacific Ocean and Osaka Bay, respectively. Land use behind the forests were clarified by aerial photographs, vegetation maps and field surveys. Directions of prevailing winds were summarized based on meteorological data. In order to clarify the ecosystem services which were recognized by the residential people, questionnaire survey was conducted in January, 2011. At Keinomatsubara, the area behind the coastal forest was dominated by farmland, and local residents recognized many types of regulating and cultural services such as “protection against wind” and “resource for tourism” rather than provisioning service. At Fukiagehama, farmland was dominant land use and local residents recognized many types of regulation and cultural services such as “protection against wind”, “preventing salt injuries”, and “prevention from blown sand” rather than provisioning service. At Ohama Park, the area behind the coastal forest was dominated by urban land use, and local residents recognized many types of cultural services such as “serving leafy shades” rather than regulation and provisioning services. It is considered that ecosystem services of coastal pine forests were related to land use behind the coastal forest and the direction of seasonal wind.

## 1 はじめに

海岸クロマツ林は、防風、燃料供給、文化的景観の形成など多様な機能を持ち、地域住民の生活に必要不可欠なものであった(村井ら編 1992)。しかし、開発による消失、燃料や肥料としての利用減少に伴う管理水準の低下、マツノザイセンチュウという外来生物による枯損などの要因から、過密林分化や遷移の進行、マツの枯損等によりマツ林の変化や減少が生じている(Taoda 1988, 杉本・浅川 1989, Takahashi & Kamitani 2004)。植栽後の維持管理に関しては坂本ら(2007)、森林総合研究所編(2011)など、密度管理の重要性が指摘されているが、日本各地の海岸マツ林にはそれぞれ樹形が異なり(浅見ら 2003)、管理主体や管理状況も異なるため、今後は各海岸クロマツ林に合わせた管理が必要となると考えられる。また、地域の海岸クロマツ林の維持には地域住民等による管理を含む関わりが

必要と考えられる。

海岸クロマツ林の機能を考えるうえで地域住民がどのような恩恵を受けているのかを明確にすることは重要である。生態系から人々が受ける恩恵は生態系サービスとして、基盤サービス、調整サービス、供給サービス、文化的サービスに区分され(World Resources Institute 2005)、様々な指標を用いて経済的価値が求められている(Sukhdev *et al.* 2010)。しかし、それらの価値は必ずしも直接恩恵を受けている地域住民が認識しているものと一致しているとは限らない。また、海岸クロマツ林はその立地や構造により提供し得る生態系サービスは異なり、地域住民が受ける恩恵も異なると考えられる。特に海岸クロマツ林の向きや風向や後背地の土地利用などにより地域住民が実感する生態系サービスは異なると考えられる。生態系サービスの認知と保全に関連強い行動意図が認められており(今井ら 2014)、地域住民がどのような恩恵を受けていると実感しているのかを明らかにすることは、海岸クロマツ林の保全や海岸林管理への地域住民の参画にも重要であると考えられる。

そこで、本研究では立地が異なると考えられる海岸クロマツ林において、地域住民が実感する生態系サービスを明らかにするとともに、後背地の土地利用および風向・風速との関連性を考察することを目的とした。

<sup>1</sup> 兵庫県立大学大学院 緑環境景観マネジメント研究所, Graduate School of Landscape Design and Management, University of Hyogo, 954-2, Nojimatokiwa, Awaji 656-1726 Japan

<sup>2</sup> 兵庫県立淡路景観園芸学校, Awaji Landscape Planning and Horticulture Academy, 954-2, Nojimatokiwa, Awaji 656-1726 Japan

<sup>3</sup> 西武造園株式会社草津事業所, Seibu Zoen Co.Ltd., 1-1-1 Ooji, Kusatsu 525-0032 Japan

\*Corresponding author: fujihara@awaji.ac.jp

## 2 調査地および方法

### 2.1 調査地

調査地は3方向を大阪湾、紀伊水道（太平洋）播磨灘（瀬戸内海）に囲まれ、それぞれに代表的な海岸クロマツ林が分布している兵庫県淡路島である。西向き慶野松原、南向きの吹上浜（ともに南あわじ市）、東向きの大浜公園（洲本市）を対象海岸クロマツ林とした（図1）。対象の3つの海岸クロマツ林はともに瀬戸内海国立公園に含まれるが、慶野松原は国の名勝にも指定されている。ArcGIS ver.10.2を用いてオルソ化空中写真（GEOSPACE 航空写真2500）から得られた対象海岸クロマツ林の林帯幅、長さ、面積を表1に示した。慶野松原と比較し大浜公園は小規模である。

海岸クロマツ林の構造は生態系サービスに影響を及ぼすと考えられるが、海岸クロマツ林によりクロマツの樹形は異なるため（浅見ら2003）、対象海岸クロマツ林の中心に近い位置400m（吹上浜では150m）のプロットを設置し、生育するクロマツの個体数をカウントし密度を算出した。その範囲内の胸高直径の大きな個体（慶野松原33個体、吹上浜5個体、大浜公園5個体）



図1: 調査対象海岸クロマツ林およびアメダス観測地点。左図) 斜線は兵庫県、右図) 黒楕円: 対象海岸クロマツ林。○: アメダス気象データ観測地点。



図2: 対象海岸クロマツ林の状況。A: 慶野松原。B: 吹上浜。C: 大浜公園。

表1: 調査対象地

対象地	行政区域	幅 (km)	長さ (km)	面積 (ha)
慶野松原	兵庫県南あわじ市	0.03-0.5	1.5	27.6
吹上浜	兵庫県南あわじ市	0.03-0.15	1.3	14.6
大浜公園	兵庫県洲本市	0.05	0.6	2.5

表2: 調査対象地のクロマツ樹形

	慶野松原		吹上浜		大浜公園	
	平均	SD	平均	SD	平均	SD
密度 (/100m <sup>2</sup> )	20		35		2	
DBH(cm)	71.9 ± 14.6		24.0 ± 5.0		69.4 ± 8.1	
樹高(m)	13.7 ± 2.0		8.6 ± 1.2		17.4 ± 1.5	
枝下高(m)	4.1 ± 1.4		2.6 ± 0.9		6.3 ± 1.6	
葉群高(m)	3.0 ± 1.5		2.4 ± 1.1		5.6 ± 2.0	
樹冠長率(%)	69.1 ± 11.7		73.4 ± 8.5		67.8 ± 10.6	
樹冠長径(m)	8.5 ± 1.5		4.9 ± 0.9		11.3 ± 2.3	
樹冠面積(m <sup>2</sup> )	56.5 ± 21.2		17.7 ± 7.2		94.2 ± 34.8	
形状比	19.5 ± 3.8		37.2 ± 9.6		25.2 ± 1.2	

について胸高直径、樹高、枝下高、葉群高、樹冠直径を計測して林分構造の参考資料とした（表2）。大浜公園では平均樹高17.4m、平均胸高直径69.4cmの大きなクロマツが低密度で広い空間を占有して生育していたのに対し、吹上浜では平均樹高8.6m、平均胸高直径24.0cmと小さなクロマツがやや込み合って生育していた。慶野松原では、その中間であった。それぞれの海岸クロマツ林の状況を図2に示した。

### 2.2 調査方法

#### 2.2.1 海岸クロマツ林後背地の土地利用形態

実感する生態系サービスは海岸クロマツ林の後背地の土地利用により異なると考えられるため、各海岸クロマツ林の後背地の土地利用割合を求めた。環境省生物多様性センターweb page (<http://www.vegetation.biodic.go.jp/>; 2014年3月24日閲覧) から得られた25,000分1植生図をもとに、ArcGIS ver.10.2を用いて、各海岸クロマツ林から内陸部に発生させた樹高の20倍の長さのバッファと、海岸クロマツ林の両端から海岸線に対し垂直に延した直線で囲まれた部分を後背地とし、そ

の範囲の植生凡例ごとの面積を算出した。さらに各植生凡例を森林、農地、市街地の3カテゴリーにまとめた。なお、海岸クロマツ林の重要な生態系サービスである防風機能は、防風林の樹高の25から30倍までであることが示されているが (Geiger 1951, 檜山 1971), 今回対象としたクロマツ林の後背地では以下の大径木の平均樹高の30倍の地点は山地部となり、防風機能の効果を検討するには不適と考えられた。そこで、各海岸クロマツ林における胸高直径の大きな個体の樹高の平均値の20倍の範囲を各海岸クロマツ林の後背地とした。

2.2.2 地域住民に認知されている生態系サービス

地域住民に認知されている対象海岸クロマツ林の生態系サービスを明らかにするため、各海岸クロマツ林の後背地の地域住民を対象にアンケート調査 (2011年1月12日~21日) を実施した。アンケート項目は Fujihara et al. (2011) などを参考とし、調整サービス (「防風」「塩害防止」「飛砂防止」など)、供給サービス (「堆肥原料の落ち葉の供給」など)、文化的サービス (「レクリエーション・遊び場」など) の想定される生態系サービス30項目を列挙し、それぞれを「強く感じる」「少し感じる」「あまり感じない」「全く感じない」の4段階の評価とし、それぞれ4点、3点、2点、1点の点数を与えた。なお、他の生態系サービスの基盤となり具体的には認識しにくい基盤サービスに関してはここでは含めていない。また、その他には自由記述で実感する生態系サービスの記述欄を設けた。各項目の得点について統計ソフト (IBM SPSS ver.19) を用いて分散分析を行い母集団に差があるかを判別したのち、Tukey&Dunnnett の多重比較を行った。

アンケートは調査票への記入式 (無記名) とし、慶野松原においては、南あわじ市教育委員会担当者を通じて該当地域 (慶野地区) の町内会長、慶野松原を美しくする会代表、慶野観光代表に地域への周知を予め依頼し、その後直接訪問し計40部配布した。吹上浜においては、南あわじ市教育委員会担当者を通じて吹上地区の町内会長に依頼し、集落の該当戸に計60部配布して頂いた。大浜公園においては、洲本市秘書課担当者を通じて該当地域 (東汐見町, 城の内自治会) の町内会長・自治会長に依頼し、数日後に配布される町内会報と同時に計91部配布し、返信用封筒での郵送とした。

2.2.3 風向・風速

最寄りのアメダスデータ観測地 (郡家, 南淡, 洲本) もそれぞれの海域に面しており、2010年の月別平均風速, 最多風向, 最大風速と風向, 瞬間最大風速と風向を気象庁 web page (<http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html> : 2011年8月20日閲覧) から求めた。

3 結果

3.1 海岸クロマツ林後背地の土地利用形態

慶野松原の後背地は農地70%, 市街地30%, 吹上浜の後背地は農地61%, 市街地31%, 森林8%で構成されており、慶野松原, 吹上浜ともに農地が優占していた。大浜公園の後背地は市街地70%, 森林30%で構成されており、市街地が優占していた (図3, 図4)。

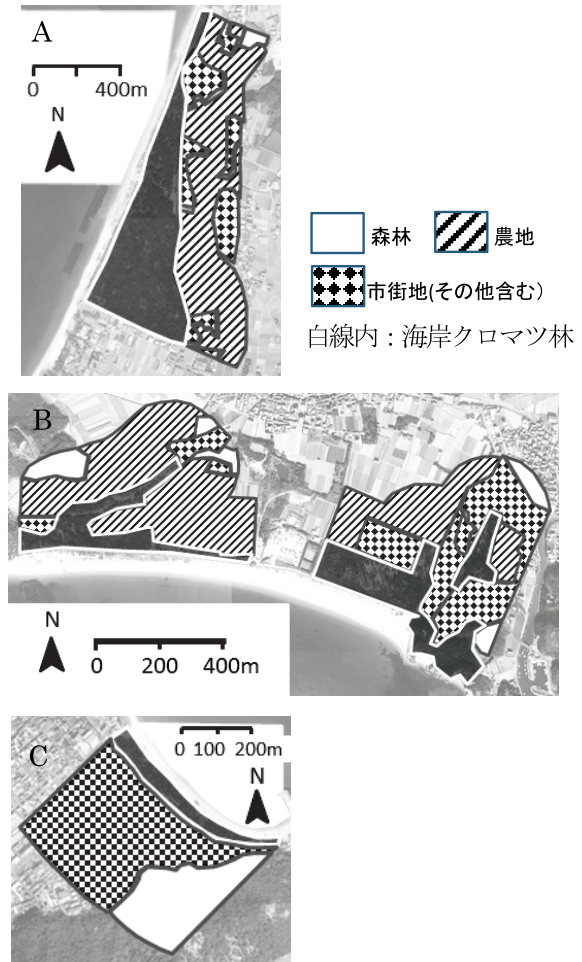


図3 : 後背地の土地利用形態。  
A:慶野松原. B:吹上浜. C:大浜公園.

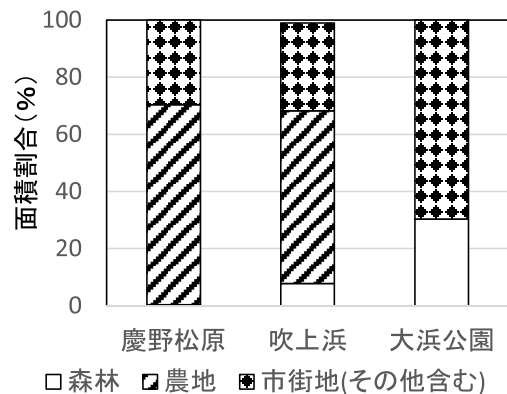


図4 : 後背地の土地利用割合

### 3.2 地域住民による生態系サービスの認知度

慶野松原、吹上浜、大浜公園でのアンケート回収率は90.0%、88.3%、37.8%となった。職業構成は慶野松原では無職が38.9%と最も多く、次いで農業と会社員・団体職員が共に19.4%、吹上浜では農業が74.0%と最も多く、次いで自営業、会社員・団体職員がともに10.0%、大浜公園では無職が48.5%と最も多く、次いで会社員・団体職員が15.2%、自営業が12.1%であり、農業はなかった(表3)。

各サービスの認知度の平均値を対象地毎にみると、慶野松原においては防風が3.8と最も高く、次いで観光資源の3.7、塩害防止、飛砂防止、白砂青松の景色、地域の象徴、散策の場がともに3.6であった(図5)。これらの結果からは住民が防風や塩害防止、飛砂防止と

表3: アンケート回答者の属性

慶野松原 (男17, 女19)	20~29歳		30~39歳		40~49歳		50~59歳		60~69歳		70歳~		職業別小計 人 (%)
	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	
農業							1	1	1	2	2		7 (19.4)
会社員・団体職員					1		4	1	1				7 (19.4)
公務員					1			1					2 (5.6)
自営業						1							1 (2.8)
無職			1		2		2	3	2	2	1	1	14 (38.9)
その他				1	2					1		1	5 (13.9)
年齢別小計人 (%)	2 (5.6)		7 (19.4)		13 (36.1)		9 (25.0)		5 (13.9)		36 (100.0)		

吹上浜 (男42, 女8)	20~29歳		30~39歳		40~49歳		50~59歳		60~69歳		70歳~		職業別小計 人 (%)
	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	
農業			1		7	4	15	1	7		2		37 (74.0)
会社員・団体職員							2		1				5 (10.0)
公務員					2				1				1 (2.0)
自営業							1	3	1				5 (10.0)
無職									1				1 (2.0)
その他									1				1 (2.0)
年齢別小計人 (%)	1 (2.0)		14 (28.0)		23 (46.0)		10 (20.0)		2 (4.0)		50 (100.0)		

大浜海岸 (男16, 女17)	20~29歳		30~39歳		40~49歳		50~59歳		60~69歳		70歳~		職業別小計 人 (%)
	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	
農業													0 (0.0)
会社員・団体職員			1	1				2	1				5 (15.2)
公務員				2						1			3 (9.1)
自営業					1	1	1	1					4 (12.1)
無職				1	1	2	3	3	1	3	2	1	16 (48.5)
その他						1		4					5 (15.2)
年齢別小計人 (%)	1 (3.0)		5 (15.2)		4 (12.1)		13 (39.4)		5 (15.2)		5 (15.2)		33 (100.0)

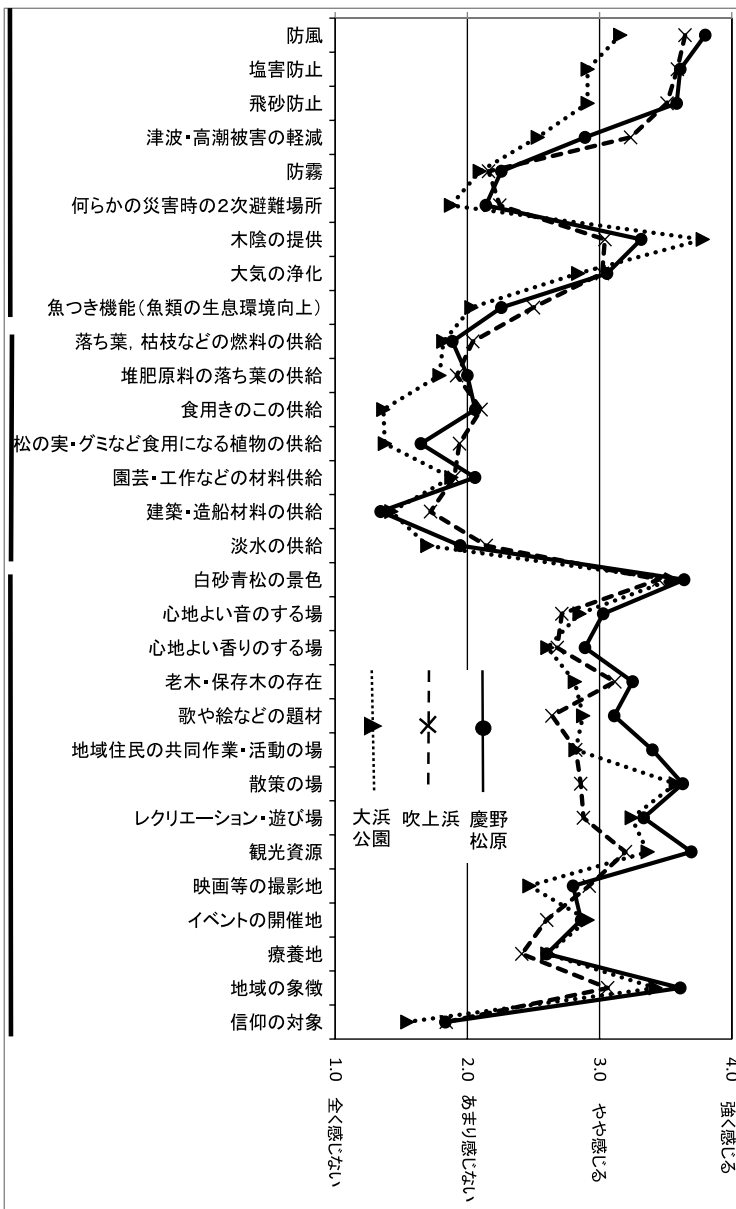


図5: 各クロマツ海岸林における地域住民による生態系サービスの認知度(平均値)。

R:調整サービス, P:供給サービス, C:文化的サービス

いった調整サービス, 観光資源, 白砂青松の景色といった文化的サービスを実感していることが明らかになった. 燃料の供給 (1.8) といった供給サービスの実感は低かった. 吹上浜においては, 防風, 塩害防止とともに3.6と最も高く, 次いで飛砂防止の3.5, 白砂青松の景色の3.4, 津波・高潮被害の軽減の3.2であった(図5). これらの結果からは住民が防風や塩害防止, 飛砂防止, 津波被害の軽減といった調整サービス, 白砂青松の景色といった文化的サービスを実感していることが分かった. 供給サービスは燃料の供給 (2.0) など低い値となった. その他の自由記載にマツ枯れ防止を望む回答が多く見られた. 大浜公園においては木陰の提供が3.8と最も高く, 次いで散策の場が3.6, 白砂青松の景色が3.5であった(図5). 木陰の提供は調整サービスであると同時に憩いの場を提供する文化的サービスとしての機能もあり, 白砂青松の景色, 散策の場と合わせると, 集計結果からは住民が文化的サービスを実感していることが明らかになった. また防風は3.2であるが, 他の2つの海岸クロマツ林より低く, 飛砂防止 (2.9), 塩害防止 (2.9), 津波・高潮被害の軽減

(2.5)といった調整サービス, 燃料の供給 (1.8) といった供給サービスの実感は低かった.

各海岸クロマツ林における認識された生態系サービスの平均得点と有意差 (Tukey&Dunnnett の多重比較, 5%水準) をもとに生態系サービスのタイプ分けを図6に示した. 地域住民の共同作業の場は慶野松原で他の2つのマツ林により有意に高かった. 慶野松原で大浜海岸より有意に高かったのは老木・保存木の存在であった. 慶野松原で吹上浜より有意に高かったのは観光資源および歌や詩の題材であった. 慶野松原と吹上浜で大浜公園より有意に高かったのは防風, 飛砂防止, 塩害防止, 食用きのこの供給であった. 慶野松原と大浜公園で吹上浜より有意に高かったのはレクリエーション・遊び場, 散策の場, 地域の象徴であった. 吹上浜単独で有意に高いものはなかったが, 食用になる植物の供給, 津波・高潮の軽減などは吹上浜で大浜公園より有意に高かった. 大浜公園で吹上浜より高かったのは木陰の供給であった. 白砂青松の景色など残りの17項目は3つの海岸クロマツ林で有意差は認められなかった.

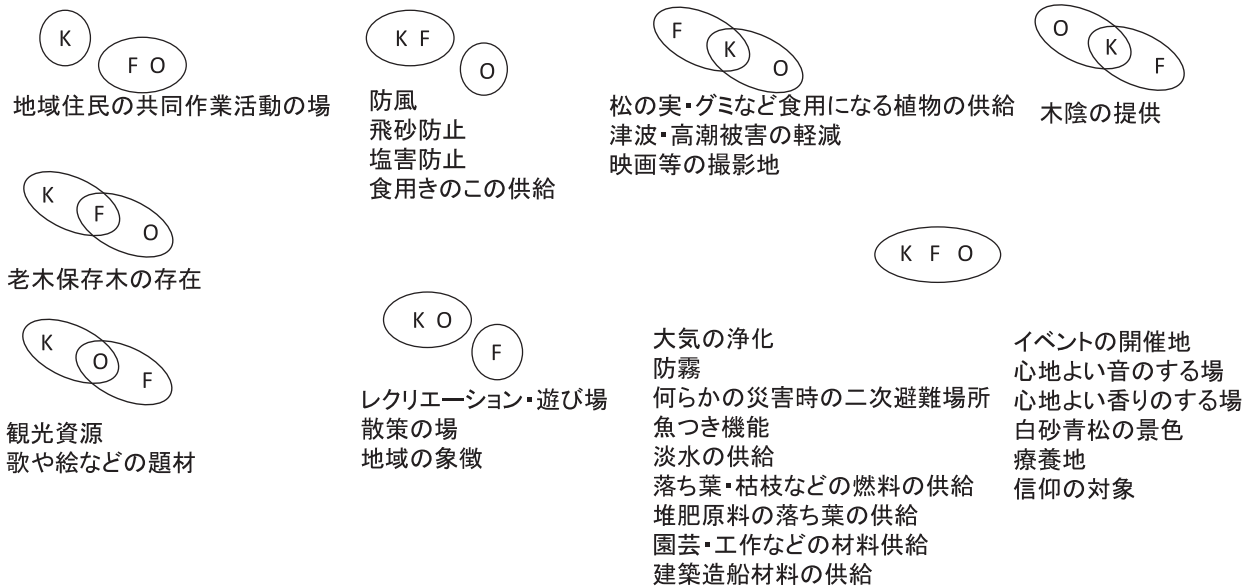


図6: 各クロマツ海岸林における地域住民による生態系サービスの認識度の違い (模式図).

多重比較検定による有意差が認められないものを実線でまとめている.

K: 慶野松原, F: 吹上浜, O: 大浜公園. K, F, O の配置は認識度(平均値)の高いほど図の上部に位置している.

表4：各海岸クロマツ林に隣接するアメダス観測地の風向および風速。太字は海側からの風向き。

月	(慶野松原)		郡家				(吹上浜)		南淡				(大浜公園)		洲本				
	平均風速 (m)	最多風向	最大風速		最大瞬間風速		平均風速 (m)	最多風向	最大風速		最大瞬間風速		平均風速 (m)	最多風向	最大風速		最大瞬間風速		
		風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向
1	2.8	<b>西北西</b>	10.0	<b>西</b>	20.2	<b>西</b>	3.6	西北西	11.9	西北西	21.8	西北西	2.8	西北西	7.6	西	19.0	北西	
2	2.9	<b>北西</b>	8.7	<b>北西</b>	16.0	<b>西北西</b>	2.9	北	11.3	西北西	22.3	西北西	2.6	北西	8.5	南	21.3	南南西	
3	2.9	<b>北</b>	10.1	<b>北西</b>	18.9	南南東	3.1	北	11.9	西北西	22.3	西北西	2.8	北	10.4	南	24.9	南	
4	2.6	南南東	9.2	南東	21.9	南南東	2.8	北北東	11.4	<b>南南東</b>	20.6	<b>南南東</b>	2.5	北	9.5	南南東	23.8	南南東	
5	2.4	南東	9.4	南東	16.3	南南東	2.8	<b>南東</b>	11.0	<b>南東</b>	21.4	西北西	2.3	南	9.8	南	23.3	南	
6	1.9	南東	8.4	南南東	14.4	南南東	2.3	<b>南東</b>	9.0	<b>南東</b>	17.0	<b>南南東</b>	1.8	南	9.1	南	24.3	南	
7	2.0	南東	6.8	南南東	14.3	南東	2.3	<b>南東</b>	7.0	<b>南南東</b>	14.5	<b>南</b>	1.9	南	7.6	南南東	19.3	南	
8	2.1	南東	7.7	南東	13.9	南南東	2.4	<b>南南東</b>	7.8	<b>南南東</b>	15.3	<b>南南東</b>	2.0	南	6.8	南	17.7	南	
9	2.3	南東	7.9	<b>北北西</b>	14.8	<b>北北西</b>	2.2	西北西	8.6	西北西	17.2	西北西	2.1	南	6.4	南	16.5	南	
10	2.1	<b>北</b>	7.3	<b>北</b>	13.9	<b>北</b>	1.9	北北東	10.1	西北西	16.1	西北西	2.2	北	7.2	<b>北北東</b>	13.6	<b>北東</b>	
11	2.3	南南東	9.3	<b>北西</b>	19.0	<b>西北西</b>	2.3	西北西	10.5	西北西	18.6	西北西	2.2	北西	7.0	西	17.3	西	
12	3.1	<b>西北西</b>	9.3	<b>西</b>	19.7	<b>西</b>	3.8	西北西	14.2	西	25.6	西	2.9	西北西	9.2	西北西	23.0	西	

### 3.3 海岸クロマツ林の風向

表4に示すように慶野松原に近い郡家の冬季の最多風向、最大風速および最大瞬間風速を記録した風向は海側である西から北北西であった。吹上浜に近い南淡においては夏季の最多風向、最大風速および最大瞬間風速を記録した風向は海側である南から南東であった。一方、大浜公園に近い洲本における最多風向は海側である東方向はなく、10月において最大風速および瞬間最大風速で海側の北東から北北東を記録した。

## 4 考察

対象海岸クロマツ林すべてで得点が高く有意差がなかったのは白砂青松の景色のみであった。白砂青松は海岸クロマツ林の景勝地を一般的にも示すものであるが、本研究の対象地は全て瀬戸内海国立公園にも含まれており、白砂青松の景色が共通して住民に認識されていると考えられた。心地よい音のする場も比較的共通して認識されている海岸クロマツ林の機能であると考えられた。防風・塩害防止・飛砂防止といった調整サービスは慶野松原および吹上浜で高く認識されていたが、海側からの風の頻度が高く風速も早いとともに、後背地が農地であり、職業別では農業従事者が多いことから海岸クロマツ林の機能を実感しているものと考えられた。一方、大浜公園は東海岸にあり風向きも海からではなく季節風の影響が小さく、小面積、比較的疎林であり、後背地も市街地が優占しており農業従事者がいないことから防風・塩害防止・飛砂防止機能はあまり実感していないと考えられた。

慶野松原は名勝に指定されており、落葉掻きなどの作業を継続して行っていることなどから観光資源、地域住民の共同作業活動の場に対する実感が高かったと考えられた。また、樹齢200年を超すクロマツも残存し(藤原ら2007)、1600年代の井原西鶴の歌にも詠まれていること(菊川1982、西淡町・西淡町誌編集委員

会1988)などから、老木保存木の存在や歌や絵などの題材の実感が高かったと考えられた。吹上浜も農地優占型であることから、防風、塩害防止、飛砂防止が実感されたと考えられた。また「津波・高潮被害の軽減」の実感が他の2箇所より高かったのは、吹上浜が太平洋に面しており、津波や台風時の高潮に見舞われることが多いためと考えられた。その他に実感した生態系サービスが少なかったのはマツ枯れによる消失の影響と考えられた。しかし得点は低いながらも大浜公園と慶野松原より多くの割合の人が実感した「淡水の供給」「落ち葉、枯れ枝などの燃料の供給」といった供給サービスが多くあったのは、水利組合の管理のもと後背地の農地で多くの伏流水を使用していることや、キャンプ場が敷地内に存在すること等によると考えられた。大浜公園は防風機能よりも木陰の提供やレクリエーション・遊び場や散策の場など文化的サービスの実感が大きかったが、このような生態系サービスの実感は、市街地に位置する都市公園として機能していると考えられた。生活の基盤として調整サービスを期待するよりも地域住民の憩いの場として活用されていると考えられた。

地域の象徴に関して、吹上浜で低くなっていたのは、マツ枯れにより毎年クロマツが枯損し、減少し対策が進まないことから地域の象徴としての実感が薄れてきているためであると考えられる。しかし、マツ枯れ対策を望む声も多く、愛着は強く残っており、今後の維持管理が重要であると考えられた。

海岸クロマツ林の後背地、風向、海岸クロマツ林の面積や密度などにより地域住民が実感する海岸クロマツ林の生態系サービスは異なることが明らかとなった。また、海岸クロマツ林に求められる機能も異なると考えられる。地域にあった海岸クロマツ林の維持管理が重要である。さらに、海岸クロマツ林の創出の必要性がある場合においても、地域の実情に合わせた計画が

必要であると考えられた。今井ら (2014) は個人の保全行動を促すためには、身近な人が行動していることを認知するなどの社会認知を広めることに加えて、生態系サービスのうち特に、「文化的サービス」からの恩恵に対する認知を高めることが重要となる可能性があることを示している」と述べており、本調査地における文化的サービスの実感は今後の保全活動の継続の可能性を示していると考えられる。

**謝辞:** アンケート配布をお引き受けいただいた東汐見町内会長様、城の内自治会長様、慶野松原を美しくする会会長様、吹上町町内会長様、アンケートにご回答いただいた洲本市東汐見町内会、城の内自治会、南あわじ市吹上地区、慶野地区のみなさまには心より御礼申し上げます。

#### 引用文献

- [1] 浅見佳世・赤松弘治・松村俊和・辻秀之・田村和也・服部保 (2003) : 松原の植生景観の保全に与える管理の影響, ランドスケープ研究, 66, pp.555-558.
- [2] 藤原道郎・岩崎寛・大藪崇司・澤田佳宏 (2007) : 名勝に指定されている海岸クロマツ林におけるクロマツ大径木の樹齢と年輪成長, 日本海岸林学会誌, 6, pp.19-22.
- [3] Fujihara, M., Ohnishi, M., Miura, H. and Sawada, Y. (2011) : Conservation and management of the coastal pine forest as a cultural landscape. Hong S.K., Wu J., Kim J.E., Nakagoshi N. (eds.), *Landscape Ecology in Asian Cultures*, pp.235-248. Springer.
- [4] Geiger, R. (1951) : *Der Kunatliche Windschutz als meteorologisches Problem* Erdkunde V Lfg, 2, pp.106-114.
- [5] 今井葉子・角谷拓・上市秀雄・高村典子 (2014) : 市民の生態系サービスへの認知が保全行動意図に及ぼす影響: 全国アンケートを用いた社会心理学的分析, 保全生態学研究 19 (1) , 15-26.
- [6] 檜山徳治 (1971) : 防風機能. 保健保安林—その機能・造成・管理. 林業試験場報告, 239, pp.25-30.
- [7] 菊川兼男 (1982) : 新訂 西淡町風土記, 西淡町教育委員会, 237pp.
- [8] 村井宏・石川政幸・遠藤治郎・只木良也編 (1992) : 日本の海岸林, ソフトサイエンス社, 東京, 513pp
- [9] 坂本知己・萩野裕彰・野口宏典・島田和則 (2007) : クロマツ海岸林における本数調整手法の提案, 日本海岸林学会誌, 6, pp.1-6.
- [10] 西淡町・西淡町教育委員会 (1998) : 西淡の文化財, 西淡町・西淡町教育委員会, 71pp.
- [11] 森林総合研究所 (編) (2011) : クロマツ海岸林の管理の手引きとその考え方—本数調整と侵入広葉樹の活用—, 森林総合研究所第2期中期計画成果 24, 55pp.
- [12] 杉本和永・浅川澄彦 (1989) : マツクイムシ被害をうけた海岸クロマツ林の植生遷移について—三重県七里御浜国有林の事例—, 玉川大学農学部研究報告, 29, pp.88-101.
- [13] Sukhdev, P., Wittmer, H., Schröter-Schlaack, C., Nesshöver, C., Bishop, J., ten Brink, P., Gundimeda, H., Pand, K. and Simmons, B. (The TEEB team) (2010) : *The Economics of Ecosystems and Biodiversity; Mainstreaming the Economics of Nature, A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*, 36pp.
- [14] Takahashi, K. and Kamitani, T (2004) : Effect of dispersal capacity on forest plant migration at a landscape scale, *Journal of Ecology*, 92, pp.778-785.
- [15] Taoda, H. (1988) : Succession of *Pinus thunbergii* forest on coastal dunes, Hitotsuba Coast, Kyushu, Japan, *Hikobia*, 10, pp.119-128.
- [16] World Resources Institute (2005) : *Millennium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human Well-being, Synthesis*. Island Press, Washington, DC.

[受付 平成27年12月23日, 受理 平成28年5月19日]