

## デジタルオルソフォトをもちいた島根県出雲地区の 海岸砂丘上の相観植生図作成

井 上 雅 仁\*・萱 原 敏 史\*\*

Making the vegetation map by using digital ortho-rectified aerial photographs on the costal sand dune in Izumo Region, Shimane Prefecture

Masahito Inoue and Toshifumi Kayahara

### Abstract

A vegetation map, being classified into 7 vegetation types and 6 land-use types, was prepared on the basis of aerial photographs and ortho-rectifying photos on the costal sand dune extending from Taisha town to Koryo town in Izumo City, Shimane Prefecture. These methods employed allowed us to obtain invaluable information about not only the kinds and the distributed area of coastal forest like pine forest and land-use, but also the distributed area of herbaceous vegetation developing costal zone. Pine forest, grassland, houses and factories, and so on predominated except open water in the study area. Coastal grassland and natural bare-land as the characteristic vegetation types representing costal sand dune accounted for 2.4% and 2.8%, respectively. Weakened pine forest and *Robinia pseudo-acacia* forest currently putting a burden on preservation of windbreak forest occupied 6.1% and 1.0%, respectively.

キーワード：デジタルオルソフォト，海岸砂丘，相観植生図，地理情報システム(GIS)

### は じ め に

島根県出雲市大社町から湖陵町にかけての海岸部には、県下最大級の海岸砂丘が広がっている。美しい弧を描く海岸線は、白砂の浜とクロマツ防風林からなる白砂青松の景観が続き、出雲風土記の国引き神話の「園の長浜」の舞台にもなっている。海岸砂丘では、砂の移動、塩水の飛沫、栄養の乏しい土壤などの環境に応じて特有の植生が発達しており（石塚、1977；成瀬ほか、1992），生物多様性保全の上で重要な環境と考えられている。

しかし近年、海浜においては護岸工事や埋め立てによる植生の消失や車両の乗り入れによる植生荒廃（佐々木ほか、2002；福島・岩瀬、2005），防風林においてはマツ枯れの進行や外来種の侵入など（前河・

中越、1997），面積の減少や群落構造の変化といった問題が生じている。また、河川からの流出土砂の減少や突堤や離岸堤による沿岸漂砂の阻止に伴って海岸侵食が進行し、生育基盤である海岸砂丘自体が縮小しつつある（伊藤・成川、1997）。

出雲地区でも植生荒廃や縮小、海岸林の機能低下などが懸念されており、現況を把握し今後の動向を追跡するための基礎資料が望まれるところである。このような植生の分布パターン、変遷を解析するのに有効な情報源のひとつが相観植生図である。植生図作成のソースとしては空中写真が一般的であるが、縮尺が1/20,000～1/30,000でモノクロ写真が中心である既存の空中写真では、海岸線付近の草本・低木植生の判読には不向きといえる。また、対象地が小面積であるほど大縮尺の植生図が必要であり（Manabe et al., 2003），大縮尺の写真とそれをもとにした植生図化が

\* 島根県立三瓶自然館, 〒694-0003 島根県大田市三瓶町多根 1121-8

The Shimane Nature Museum of Mt. Sanbe (Sahimel), 1121-8, Tane, Sanbe-cho, Ohda-shi, Shimane Prefecture

\*\* スカイマップ株式会社, 〒595-0072 大阪府泉大津市松之浜町 2-5-12 2F

望まれる。植生図の作成手法については、近年では空中写真のもつ歪みを幾何補正したオルソフォトを作成し、これをもとにパソコン上で植生図化する手法が導入されつつあり、情報管理や空間解析などで利点が多いことが指摘されている（長澤、2003；光田ほか、2003；渡邊ほか、2003；鈴木ほか、2004）。

2004年度に環境省の自然環境保全基礎調査に際して、出雲地区の海岸砂丘を対象地とした調査を行う機会を得た。その中で、上述した問題点や近年の動向を踏まえ、大縮尺のデジタルオルソフォトを作成し、それを用いて相観植生図を作成することとした。本報告は「平成16年度自然環境保全基礎調査種の多様性調査（島根県）報告書」をもとに、同調査の中で用いた作成手順、その結果得られた出雲地区の海岸砂丘における植生と土地利用の現況について報告するものである。

### 調査対象地

調査対象地は、島根県出雲市の大社町から湖陵町にかけての海岸部である（図1）。日本海に面した海岸線はゆるやかに弧を描きながら、ほぼ南北に連なっている。総延長は8～9km、幅は広いところで内陸に向かって4kmにも及ぶ大規模な海岸砂丘であり、新

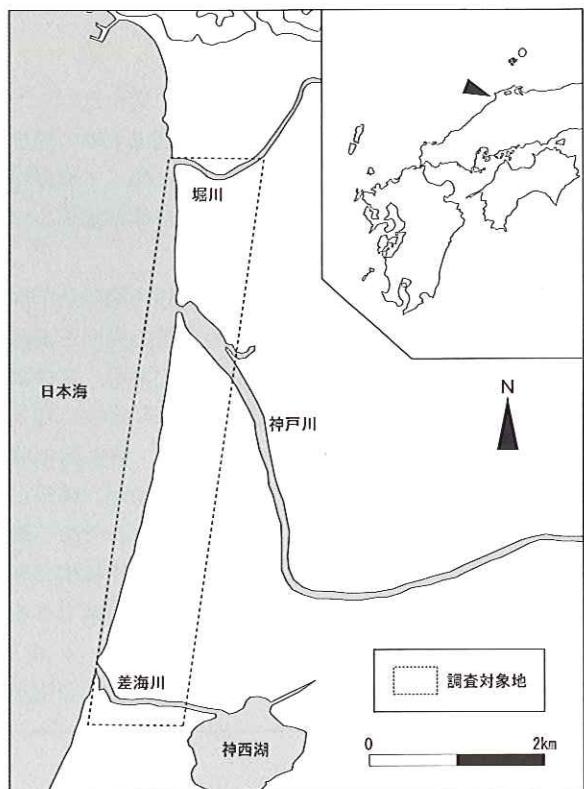


図1 調査対象地の位置

旧に区分される砂丘列が発達している点も特徴である（島根県、1975）。海岸線が西または西北西に面しているため、冬季季節風をほぼ正面から受け、山陰地方でもよく発達した砂丘となっている（中西・福本、1991）。

海浜にはハマグルマーコウボウムギ群集が広範囲に分布し、後背地の砂丘上にはクロマツ林がみられるが、後者は飛砂防止のために江戸時代初期から長年にわたり繰り返された植林を起源とするものである（島根県、1975）。調査対象地を横切るかたちで、北より堀川、神戸川、差海川の3河川が日本海に注ぎ込んでいる。

図化は幅約1.1km、長さ約6.3kmの範囲を対象とし、海岸線の方向に沿った形状とした。

## 方 法

### デジタルオルソフォトの作成

調査対象地の空中写真撮影を行い、その写真からデジタルオルソフォトを作成した。対象地を航測カメラにより撮影し、そのネガフィルムをスキャンし、空中写真のデジタルデータ化を行なった。撮影時期は10月で、海浜の草本・低木植生の分布域の判読も想定して、地上解像度10cmを得るために撮影縮尺を5千分の1に設定し撮影を行った。

次に、デジタル画像データを写真測量用ソフトに読み込み、カメラ座標と画像座標を関連付けるために、カメラキャリブレーション情報を与えることで内部標定を行った。また、地上座標と画像座標を関連付けるために、対象地域の地形図から平面座標を、数値高モデルから標高座標を取得し外部標定を行なった。この作業は基本的に国土地理院発行の「数値地図25000（地図画像）」及び「数値地図50m メッシュ（標高）」を用いて行なった。

更に外部標定の精度を高めるために、画像マッチング技術から判別できる点を抽出し、内部標定及び外部標定を基に行なった空中三角測量の結果を用いて3次元座標を与えた。これより、地形による偏移、カメラの姿勢、カメラの内部誤差等から発生する空中写真の地理的誤差を取り除き、画像のオルソ幾何補正を行なった。

最後にオルソ幾何補正した複数枚の画像を接合（モザイク処理）し、1枚のデジタルオルソフォトを作成した。

### 相観植生図の作成

作成したデジタルオルソフォトを、デスクトップGISソフトArcView ver.8.3（ESRI社製）上で背景



図2 デジタルオルソフォト（左）に植生分布境界（白線）を重ねたもの（右）

として展開した。相観的に均質とみられる範囲をパソコン上でトレースし、分布境界を決定していった（図2）。なお、判別が困難な箇所については、現地での確認を行った。

以下、この境界線により囲まれた均質とみなされる単位をパッチと呼び、森林や草地、土地利用の種類を植生タイプと呼ぶこととする。作成した相観植生図をもとに、各植生タイプのパッチ数と面積を算出した。また、パッチの形状を定量的にあらわす指数として、次式により形状指数D（Forman & Godron, 1986）を算出した。

$$D=L/2\sqrt{S\times\pi}$$

この指数は、正円では1を示し、大きくなるほど円からずれた形、すなわち複雑な形状であることを示している。

## 結果および考察

### 海岸砂丘におけるデジタルオルソフォトをもちいた植生図化について

実際に作業を進めてみると、マツ林を中心とする海岸林の分布範囲、土地利用の種類や分布範囲だけでなく、今回用いた仕様であれば、海浜に広がる草本植生の分布範囲の把握もある程度可能なことが判明した。

クロマツを主体とする防風林では、マツ枯れによる衰退が問題視されていることから、健全なマツ林分とマツ枯れ林分とに区分することが必要と考えられた。パソコン上でマツの樹冠が識別できることから、比較的健全なマツが優占する林分（凡例名：マツ林）と、マツの樹冠の大部分が消失している林分（凡例名：マツ林（マツ枯れ跡地））に区分した。草地については、海浜性とそれ以外の草地に区分することが今後の資料として有効といえるが、オルソフォトのパターンのみでは判別できなかったため、放棄耕作地や造成跡地な

どの土地利用に関する箇所を後者とした。調査対象地の海浜部では、草本植生の内陸側に連続してテリハノイバラ、ハマゴウなどが優占する矮小低木林が発達するが（中西・福本, 1991）、今回は草地（海浜性）の凡例に含めている。

今後、同程度の写真や画像が入手できれば、それらを元に分布図を作成することで、経年的な変化を追跡することが可能になるであろう。それにより海浜部分や草本植生の拡大・縮小、マツ枯れ被害の広がりなどの情報が得られると期待でき、海岸砂丘に発達する植生の変化を面的にモニタリングするための有効な手段になると考えられる。なお、今回のような把握が可能になったのは、大縮尺空中写真的撮影ができ、最新の画像が入手できた点が大きいといえる。

### 出雲地区の海岸砂丘上の植生分布について

調査対象地の範囲は約685haで、約1,300個のパッチに区分された（表1）。前述した識別の可否を踏まえて、7種類の植生、6種類の土地利用、その他2種類の合計15種類の凡例とした（図3）。作成された相観植生図より得られた植生および土地利用分布の現況は以下のとおりである。

開放水面を除くと、マツ林の面積が117haで最も広く、優占度は約17.2%であった。次いで草地が79haで優占度11.6%、住宅地・工場等が73haで優占度10.7%と、広い面積を占めていた。マツ林（マツ枯れ跡）は占有面積が42haで優占度が6.1%であった。マツ林（マツ枯れ跡）の分布面積はマツ林の3分の1程度であるが、マツ林の凡例とした林分内でも枯死木は含まれており、現実的にはこの面積以上にマツ枯れが進行していることを注記しておく。

一方、全国の海岸林で分布拡大が指摘されているニセアカシアについては、調査対象地における分布面積は約1%と比較的小さい傾向にあった。当該地域における1970年代の飛砂防止林工法として、前砂丘形成

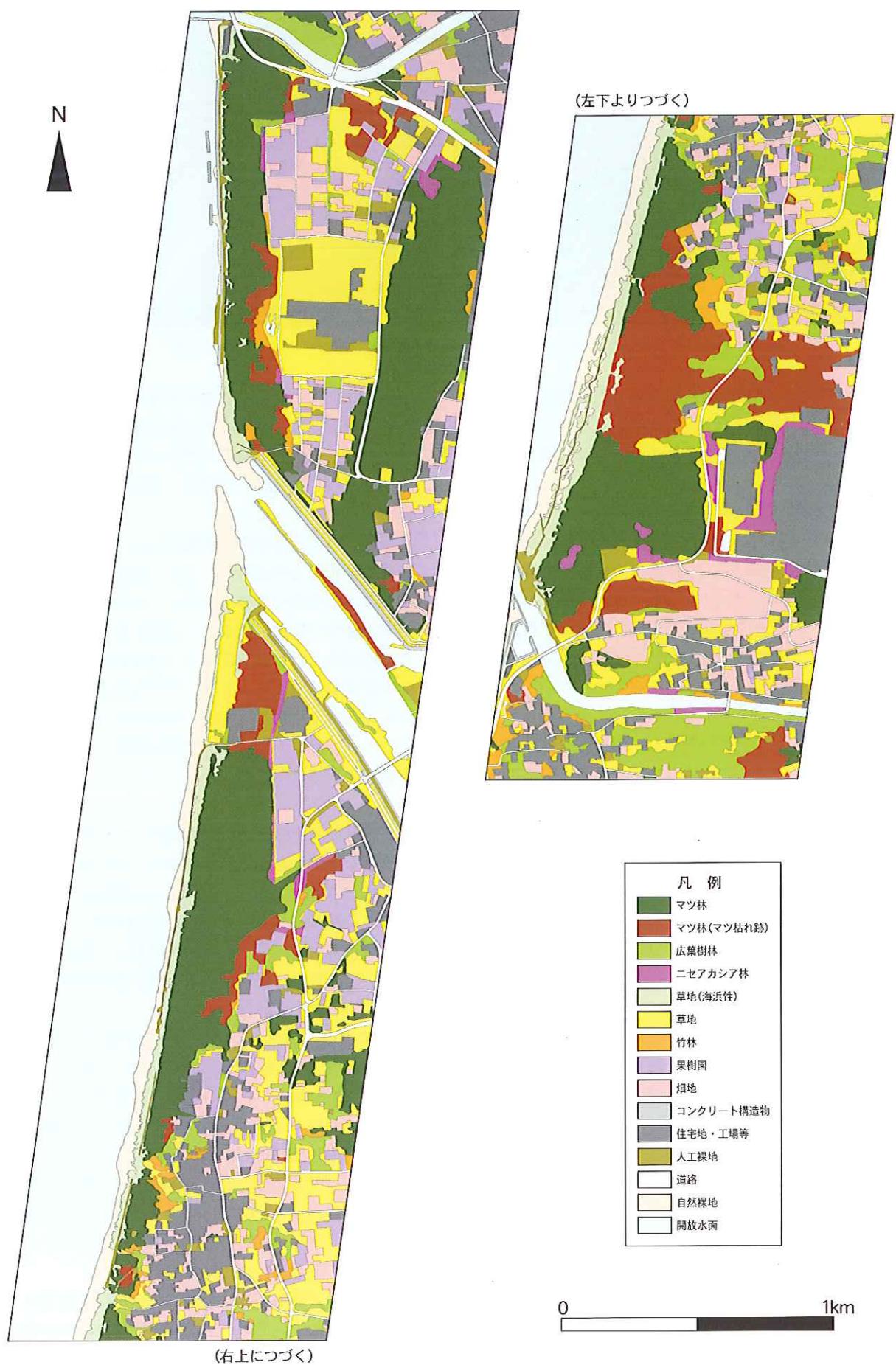


図3 調査対象地の相観植生図

表1 植生タイプ別の面積等

植生タイプ	パッチ数	面積 (m <sup>2</sup> )				形状指数			優占度 (%)
		合計	平均	最大	最小	平均	最大	最小	
マツ林	51	1,174,612	23,032	259,528	304	1.72	3.40	1.13	17.2
マツ林 (マツ枯れ跡)	33	416,173	12,611	139,601	347	1.72	2.76	1.16	6.1
広葉樹林	87	343,488	3,948	69,586	199	1.71	3.16	1.09	5.0
ニセアカシア林	22	67,583	3,072	20,681	368	1.77	3.22	1.15	1.0
草地 (海浜性)	42	162,404	3,867	40,680	96	2.29	5.36	1.06	2.4
草地	279	791,134	2,836	58,872	106	1.79	7.91	1.09	11.6
竹林	53	79,595	1,502	11,144	139	1.54	2.29	1.11	1.2
果樹園	111	359,009	3,234	22,333	213	1.36	2.25	1.13	5.2
畑地	247	437,869	1,773	42,498	135	1.40	3.03	1.01	6.4
コンクリート構造物	15	42,418	2,828	12,791	505	3.52	6.18	1.68	0.6
住宅地・工場等	213	734,130	3,447	101,741	273	1.44	3.05	1.01	10.7
人工裸地	87	148,108	1,702	12,167	114	1.82	8.78	1.06	2.2
道路	43	177,411	4,126	15,973	40	5.57	10.78	1.21	2.6
自然裸地	33	195,116	5,913	157,170	32	2.25	7.37	1.26	2.9
開放水面	13	1,717,179	132,091	1,591,364	215	2.05	3.84	1.22	25.1
合計	1,329	6,846,229	—	—	—	—	—	—	100.0

のため汀線に平行に堆砂垣をつくり、前砂丘が安定してくると後面に静砂垣を設け、クロマツ、ニセアカシア、グミが植栽されてきた（島根県、1975）。マツが優占する海岸林内で別途毎木調査を行ったところ、植栽起源と考えられるニセアカシアが生育しており、現在の群落構造のままでマツ枯れが進行すると、他地域同様にニセアカシア林が拡大することも十分に考えられる。

海岸砂丘を特徴づけるタイプとして、草地（海浜性）および自然裸地があげられる。前者の面積は約16haで優占度は2.4%，後者の面積は約19haで優占度は2.8%であった。これらの植生タイプは、形状指数が2.0を越えていたが、いずれも海岸線に沿った帶状分布が原因といえる。調査対象地の北側、堀川・神戸川間では海浜の幅自体が狭小であり、草地（海浜性）と自然裸地の分布は少なかった。反対にコンクリート構造物と人工裸地の分布が目立つが、海岸侵食防止のための護岸設置とそれに伴う工事用車両の乗り入れによるものである。一方、対象地南側、差海川河口の北側では幅100mにわたる海浜が残っており、草地（海浜性）、自然裸地とともに調査対象地内でもっともまとまった分布となっている。すなわち、当該地域の海岸砂丘の草木植生を保全する上で、最も核になる箇所といえる。

## ま　と　め

海岸砂丘とその周辺域における植生分布を把握するために、試行的に、大縮尺空中写真の撮影、デジタルオルソフォト化、地理情報システム（GIS）上での図化やデータ管理を行った。一連の作業の中で、前述した仕様であれば、海岸林や周辺の土地利用だけでなく、海岸の草本植生の分布域も把握できることが明らかになった。また既存の研究でも指摘されているとおり、分布面積の算出や図化およびデータ管理における利点を感じることができた。その反面、常に今回と同様のソース入手することは困難であるため、より容易に入手できるソースを用いた手法を検討していくことも大切である。

海岸砂丘に成立する植生は特異なものであり、かつ脆弱なものであることは、冒頭に述べたとおりである。当該地域でも例外ではなく、今後の動向を見守っていくことは、地域博物館としての大切な責務である。そのような中で、本報告で示したような基礎資料が蓄積できたことは有意義なことであり、今後のモニタリング資料としても利活用をはかることが望まれる。

## 謝　　辞

環境省自然環境局生物多様性センターと島根県環境生活部自然環境課には、上記の結果を本報告に用いる

ことをお許しいただいた。この場を借りて、こころよ  
りお礼申し上げる。

## 引用文献

- Forman, R. T. T. and Godron, M (1986) *Landscape Ecology*. 619pp. John Wiley & Sons, New York.
- 福島 司・岩瀬 徹編 (2005) *図説日本の植生*. 153pp. 朝倉書店. 東京.
- 石塚和雄編 (1977) *群落の分布と環境*. 364pp. 朝倉書店. 東京.
- 伊藤正博・成川幸宏 (1997) 富士海岸における植生帯と海岸浸食について. 第11回環境情報科学論文集, 195-200.
- 光田 靖・真鍋 敏・伊東啓太郎・鹿嶋秀子・鈴木健夫 (2003) デジタルオルソフォトを用いたデジタル相観植生図作成についてー北九州市山田緑地を例としてー. *Bull. Kitakyushu Mus. Nat. Hist. Hum. Hist.*, 1: 57-65.
- 前河正昭・中越信和 (1997) 海岸砂地においてニセアカシア林の分布拡大がもたらす成帯構造と種多様性への影響. *日本生態学会誌*, 47: 131-143.
- Manabe, T., Kashima, H. and Ito, K. (2003) Stand structure of a fragmented evergreen broad-leaved forest at a shrine and changes of landscape structure surrounding a suburban forest, in northern Kyushu. *Jpn. Rev. Rec.*, 28: 438-447.
- 長澤良太 (2003) 時系列景観復元ツールとしてのデジタルオルソ空中写真の活用ー岡山県蒜山高原の景観変遷を事例としてー. *国際景観生態学会日本支部会報*, 8(2): 33-38.
- 中西弘樹・福本 紘 (1991) 山陰地方における海浜植生の成帯構造と地形. *日本生態学会誌*, 41: 225-235.
- 成瀬敏郎・福本 紘・中西弘樹 (1992) 日本の海浜にみられる植生帯と地形断面形および堆積物の関係. *地形*, 13(3): 203-216.
- 島根県 (1975) *出雲砂質海岸自然環境保全地域学術調査報告書 (候補地)*. 32pp. 島根県.
- 鈴木健夫・真鍋 敏・伊東啓太郎・梅野 岳 (2004) デジタル相観植生図を用いた北九州市中北部域の景観変遷の解析. *Bull. Kitakyushu Mus. Nat. Hist. Hum. Hist.*, 2: 79-85.
- 渡邊園子・和田秀次・大竹邦暁・山場淳史・白川勝信・中越信和 (2003) 芸北町八幡地区の植生. *高原の自然史*, 8: 1-14.