

沖縄県石西礁湖における海草藻場保全地域の 選定に関する研究： どの海草藻場を保全すれば魚類の種多様性が維持できるか

堀之内正博¹・中村洋平²・佐野光彦³・澁野拓郎⁴

Priorities in seagrass bed selection for the conservation of resident fishes. Sekisei Lagoon, a case study

Masahiro Horinouchi¹, Yohei Nakamura², Mitsuhiro Sano³ and Takuro Shibuno⁴

Abstract: Seagrass habitats on coral reefs support unique fish assemblages. Accordingly, preservation of both coral areas and associated seagrass habitats is essential for maintaining high levels of biodiversity of coral reefs. This study aimed to clarify the fish assemblage structures in six extensive seagrass beds in the Sekisei Lagoon, viz. east of Iriomote Island, north of Kuro Island, east and west of Kohama Island and east and west of Taketomi Island, and determine which beds were most suitable for preservation, thereby conserving the resident fish species. Six combinations of the seagrass beds covered all of the seagrass-specific species, with the partial exception of *Halichoeres melanurus*. However, preservation of coral areas, where both juveniles and adults of that species are abundant, should suffice, thereby making each of the combinations tenable. However, the combinations including the seagrass bed north of Kuro Island supported relatively fewer fish individuals, therefore being less cost effective than the other combinations. In conclusion, in the case that not all of the seagrass beds are able to be preserved for some reason, a combination of those east of Iriomote Island, east and west of Kohama Island and west of Taketomi Island, or the alternative combination of those beds plus that east of Taketomi Island, should be preserved, in order to provide permanent habitats for the overall seagrass fish community.

Key words: fish-species diversity; reservation; seagrass bed; Sekisei Lagoon

¹ 島根大学汽水域研究センター Research Center for Coastal Lagoon Environments, Shimane University, 1060 Nishikawatsu-cho, Matsue, Shimane 690-8504, Japan (e-mail address: hori@soc.shimane-u.ac.jp)

² 琉球大学大学院理工学研究科 Department of Marine and Environmental Sciences, Graduate School of Engineering and Science, University of the Ryukyus, 1 Senbaru, Nishihara, Okinawa 903-0213, Japan

³ 東京大学大学院農学生命科学研究科 Department of Global Agricultural Sciences, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8657, Japan

⁴ 水産総合研究センター西海区水産研究所石垣支所 Ishigaki Tropical Station, Seikai National Fisheries Research Institute, 148-446 Fukai-Ohta, Ishigaki, Okinawa 907-0451, Japan

はじめに

沖縄県八重山諸島の石垣島と西表島の間には石西礁湖と呼ばれるわが国最大規模のサンゴ礁地帯がある。この海域では360種以上のサンゴが確認されており(西平・Veron, 1995), 世界的にも貴重なサンゴ礁の一つといえる。しかし, 1970年代以降, 八重山諸島のサンゴ礁は陸域からの赤土の流入やオニヒトデによる食害, さらにサンゴの白化現象などにより大きな被害を受けてきた。さらに近年, 石西礁湖でオニヒトデが再度大発生することを示唆する調査結果も報告されており(例えば上野, 2004; 與, 2004), この海域のサンゴ礁の保全対策をたてることは緊急の課題となっている。

八重山諸島などの熱帯域では, サンゴ礁の内側の砂泥地などに, 被子植物のアマモ類が形成する大規模な群落, すなわち海草藻場がしばしばみられる。サンゴ礁域に存在する海草藻場には, サンゴ域(造礁サンゴが繁茂している場所)ではみられない魚類がかなり生息しており, また, サンゴ域を主な生息場所とする魚類の一部が, このような海草藻場を索餌場所や稚魚期の成育場などとして利用していることがわかっている(例えば Nagelkerken et al., 2000; 澁野, 2004; Nakamura et al., in press)。したがって, 海草藻場はサンゴ礁の高い生物多様性の維持に大きく貢献しており, 石西礁湖の生物多様性を保全しようという際には, 保全の対象に海草藻場も含める必要があると考えられる。しかし, この海域内には, 海草藻場が散在しており, それらすべてを保全することは現実的に難しいことも考えられる。そのような場合, 保全すべき海草藻場を選ぶ必要がある。その際, すべての魚種をとりこぼすことなく保全するように場所を選ぶのか, それとも, 種数の多い場所を選ぶのか, という大きな二つの選択肢がある(辻・椿, 2004)。そこで, 本研究では, 前者の立場をとった場合, 石西礁湖の海草藻場の魚類を保全するには, どのように海草藻場を選べばよいのか, 一つの実例を示すことを目的とした。すなわち, 石西礁湖に存在する主要な6つの海草藻場を対象に魚類群集構造調査を行い, これら6つの海草藻場の中からいくつかを選んで保全しなければならない場合, どの海草藻場を選べば実質的に海草藻場の魚類をすべて保全することができるのか, 明らかにすることを目的とした。

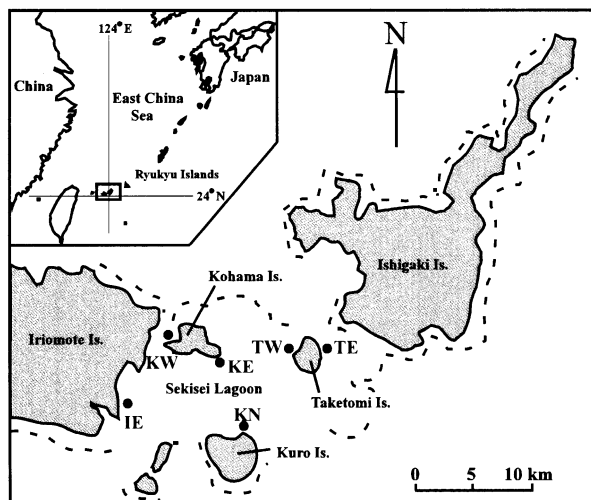


図1. 調査を行った海草藻場の位置(●)。破線は礁縁を示す。IE, 西表東; KN, 黒島北; KW, 小浜西; KE, 小浜東; TW, 竹富西; TE, 竹富東。

Fig. 1. Location of Sekisei Lagoon and studied seagrass beds (●). Dotted line, reef margin. IE, bed east of Iriomote Island; KN, bed north of Kuro Island; KW, bed west of Kohama Island; KE, bed east of Kohama Island; TW, bed west of Taketomi Island; TE, bed east of Taketomi Island.

方法

調査は, 2004年7月に沖縄県八重山諸島の石西礁湖内に点在する6つの海草藻場(西表島東岸, 黒島北岸, 小浜島の西岸と東岸, および, 竹富島の西岸と東岸。以下, これらの海草藻場をそれぞれ, 西表東, 黒島北, 小浜西, 小浜東, 竹富西, 竹富東と呼ぶことにする)で行った(図1)。各海草藻場において, 1m×20mのトランセクトを5本設置し, トランセクト内に出現した各魚種の個体数をSCUBA潜水で目視計数することによって, 各海草藻場における魚類群集の構造を明らかにした。なお, 本論文では, この調査によって記録された種のみを便宜的に石西礁湖の海草藻場の魚類とみなし, 以降の解析を行った。

まず, 各海草藻場に出現した魚種の種組成をもとに, これら6地点の海草藻場をさまざまに組み合わせることによって表現される種の集合を求めた。各組み合わせにおいて出現しなかった種があった場合には, その種が海草藻場にのみ生息する魚類なのか, それともサンゴ域でもみられるものなのかを調べた。なお, サンゴ域に出現する魚種の種組成については, 澁野ほか(2002年と2003年の9月にそれぞれ石垣島宮良湾と石西礁湖シモビシのサンゴ域において行った目視観察調査の結果(澁野ほか, 未発

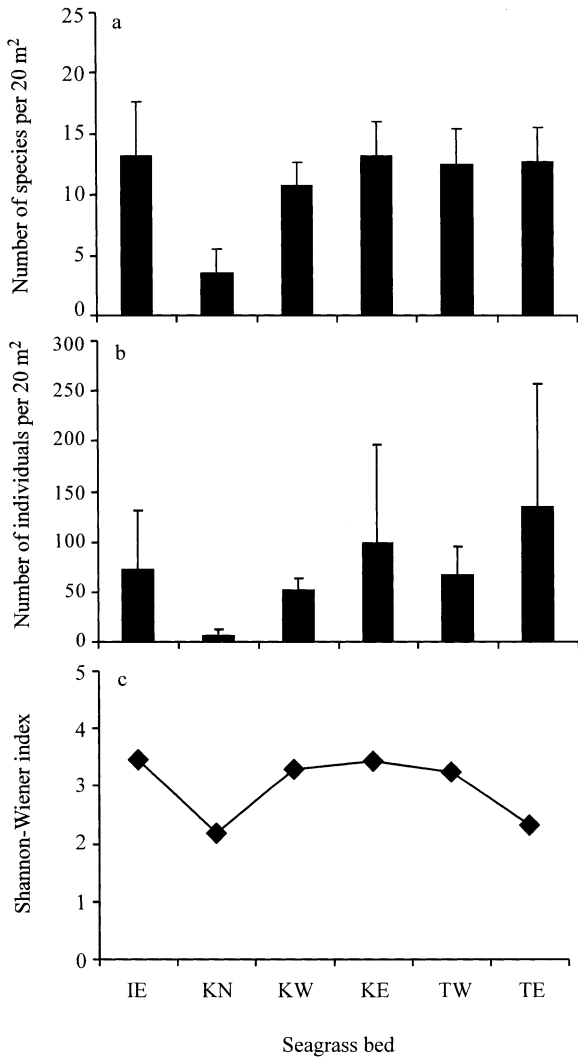


図2. 各海草藻場におけるトランセクトあたりの種数(a)と個体数(b)および多様度指数(c). 縦線は標準偏差.

Fig. 2. Mean numbers of species (a) and individuals (b), and species diversity (c) of the fish assemblage in each seagrass bed. Bars indicate standard deviation. Abbreviations given in Fig. 1.

表データ)を用いた。さらに、各組み合わせにおける各種の密度の相対的な割合をもとに多様度指数(Shannon-Wiener index)も算出し(Krebs,1998),海草藻場の魚類を実質的にすべて網羅して、かつ多様性も高く維持するには、どのように海草藻場を組み合わせればよいのか、検討した。

結 果

調査を行った6つの海草藻場には合わせて15科46種の魚類が出現した(表1)。このうち、シロクラベラ(*Choerodon shoenleinii*)やクサギンポ

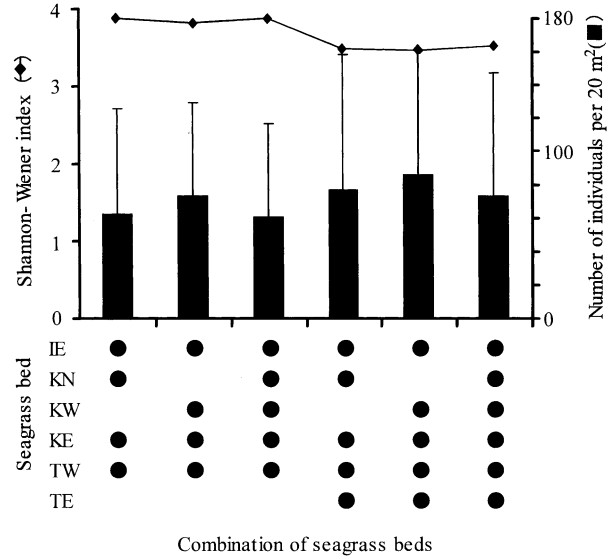


図3. 海草藻場特有の種をすべて表現する海草藻場の組み合わせにおける多様度指数およびトランセクトあたりの個体数. 縦線は標準偏差.

Fig. 3. Shannon-Wiener index values and mean number of individuals obtained from each combination of seagrass beds covering all seagrass-specific fish species. Bars indicate standard deviation. Abbreviations given in Fig. 1.

(*Enneapterygius minutus*)などの30種は、調査地のサンゴ域にはまったく出現しないか、あるいは出現した場合でも個体密度は相対的に低い、いわば海草藻場特有の種であった。

トランセクトあたりの種数や個体数には、海草藻場間で有意な差がみられた(一元配置分散分析,種数, $F_{5,24}=8.3$, $P<0.001$, 個体数, $F_{5,24}=12.5$, $P<0.001$)(図2)。すなわち、黒島北以外の海草藻場の間では種数や個体数に違いはみられなかったが(Tukey-Kramer test, いずれの組み合わせにおいても $P>0.47$)、黒島北の海草藻場では他の海草藻場と比べて有意に少なくなっていた(Tukey-Kramer test, いずれの組み合わせにおいても $P<0.01$)。同様の傾向は総種数にもみられ(表1), また多様度指数についても黒島北で顕著に低くなっていた(図2)。

これらの海草藻場を様々に組み合わせるところ、西表東—黒島北—小浜東—竹富西や、西表東—小浜西—小浜東—竹富西など、6つの組み合わせで、海草藻場特有の種をすべて網羅することができた(表2)。これらの各組み合わせにおける多様度指数は3.48から3.89の値をとった(図3)。海草藻場の数が同数の組み合わせの間で個体数を比べたところ、統計的には有意でないものの、いずれも黒島北を含まない組み合わせで多くなっていた(図3)。

表 1. 各海草藻場に出現した魚種とそれらの観察個体数. *, 石垣島宮良湾と石西礁湖シモビシのサンゴ域に 10 本ずつ設定したトランセクト内 (一本あたり 40 m²) には出現しなかった種^a. IE, 西表東; KN, 黒島北; KW, 小浜西; KE, 小浜東; TW, 竹富西; TE, 竹富東.

Table 1. Numbers of individuals recorded of each fish species observed in the seagrass beds in Sekisei Lagoon. *, species not observed in coral area transects^a. Abbreviations given in Fig. 1.

Family	Species	Seagrass bed					
		IE	KN	KW	KE	TW	TE
Apogonidae	<i>Apogon ishigakiensis</i> *	4				6	
Lutjanidae	<i>Lutjanus gibbus</i>	18			14	5	4
Lethrinidae	<i>Lethrinus harak</i> *	9	2	3	1	12	19
	<i>Lethrinus genivittatus</i> *				1		
	<i>Lethrinus atkinsoni</i> *	13	1	25	40	6	32
	<i>Lethrinus nebulosus</i> *	6			36		
	<i>Lethrinus ornatus</i> *		1	3			
	<i>Lethrinus obsoletus</i> *	5		14	10	4	16
	<i>Lethrinus spp.</i> *		2		1	1	
Mullidae	<i>Parupeneus barberinoides</i> *	16		5	14	9	5
	<i>Parupeneus multifasciatus</i>	10		1	2		1
	<i>Parupeneus barberinus</i> *	2			7		18
	<i>Parupeneus indicus</i> *		1	1	1	1	3
	<i>Parupeneus pleurostigma</i> *	2			2		
	<i>Parupeneus ciliatus</i> *					1	
Pomacentridae	<i>Dischistodus prosopotaenia</i>	3				12	1
	<i>Pomacentrus chrysurus</i>	2		3			3
Labridae	<i>Choerodon anchorago</i>					7	
	<i>Choerodon shoeneinii</i> *					9	
	<i>Cheilio inermis</i> *	1	1	11	21	8	9
	<i>Stethojulis strigiventer</i>	42		48	51	159	119
	<i>Halichoeres trimaculatus</i>	4	1			6	1
	<i>Halichoeres argus</i> *			1		13	1
	<i>Halichoeres melanurus</i>						1
	<i>Coris batuensis</i>			2	1	5	
	<i>Cheilinus chlorourus</i>				1		
	<i>Oxycheilinus bimaculatus</i> *				2		
Scaridae	<i>Novaculichthys macrolepidotus</i> *			2	1		
	<i>Leptoscarus vaigiensis</i> *	6		4	9	8	6
	<i>Calotomus spinidens</i> *	11		18	21	2	2
Pinguipedidae	<i>Parapercis cylindrica</i>	12	1	11	5	22	6
Tripterygiidae	<i>Enneapterygius minutus</i> *	1					
Blenniidae	<i>Petroscirtes mitratus</i> *	4				3	
Callionymidae	<i>Anaora tentaculata</i> *	1				1	
Gobiidae	<i>Cryptocentrus caeruleomaculatus</i> *	61	6	3	34		6
	<i>Cryptocentrus albidorsus</i> *				1		
	<i>Ctenogobiops pomastictus</i> *				2		
	<i>Vanderhorstia ornatissima</i> *	1	21	2	7		
	<i>Amblygobius phalaena</i>	4				2	
	<i>Asterropteryx semipunctata</i>	4				1	1
	<i>Siganus argenteus</i> *				5		
Siganidae	<i>Siganus spinus</i>	2		30	20		7
	<i>Siganus fuscescens</i> *	122		74	182	25	394
	<i>Siganus virgatus</i>	2		1		13	12
	<i>Siganus argenteus</i> *					1	
Acanthuridae	<i>Acanthurus dussumieri</i>					1	
Sphyrnaenidae	<i>Sphyrnaena flavicauda</i> *				7		10
	Total species number (46)	28	10	21	29	27	24

a, including species observed outside coral area transects.

表2. 海草藻場のみ出現する種をすべて表現できる海草藻場の組み合わせと、それらの各組み合わせにおいて表現できなかった種数.

Table 2. Combinations of seagrass beds covering all seagrass-specific fish species, and numbers of species missed by these combinations. Abbreviations given in Fig.1.

Seagrass bed	Combination of seagrass beds					
IE	●	●	●	●	●	●
KN	●		●	●		●
KW		●	●		●	●
KE	●	●	●	●	●	●
TW	●	●	●	●	●	●
TE				●	●	●
The number of species missed	1*	1*	1*	0	0	0

*, *Halichoeres melanurus*

考 察

石西礁湖において、海草藻場特有の種をすべて網羅するには、調査を行った6つの海草藻場のなかから少なくとも4つを選んで組み合わせることが必要であり、そのような組み合わせは6通りあることがわかった。ただし、これらの組み合わせでは、バラ科のカザリキュウセン (*Halichoeres melanurus*) を表現できない場合があった。しかし、この種はサンゴ域に稚魚から成魚まで様々な個体が多数出現するため(澁野ら, 未発表データ)、サンゴ域が保全されるのであれば、海草藻場保全の際には考慮に入れなくてもほとんど問題にはならないと思われた。さらに、多様性指数の値にあまり違いがなかったことから、海草藻場保全に際して、これらの組み合わせのいずれを選んでも、実質的に海草藻場魚類をすべて網羅し、かつ魚類の多様性を高く維持することは基本的に可能であると考えられた。ただし、黒島北岸の海草藻場における魚類の種数と個体数は非常に少ないので、保全する海草藻場が同数の場合、この場所を含めない組み合わせのほうが、相対的により多くの海草藻場魚類を保全できることがわかった。すなわち、何らかの制約によって海草藻場をすべて保全することができない場合には、次善の策として、西表東—小浜西—小浜東—竹富西、あるいは西表東—小浜西—小浜東—竹富西—竹富東の組み合わせで海草藻場を保全すれば、効率的に海草藻場の魚類をすべて保全し、かつ魚類の多様性を高く維持するこ

とができることが明らかになった。

謝 辞

本研究は環境省地球環境研究総合推進費 (F-5 サンゴ礁生物多様性保全地域選定に関する研究) により行われたものである。また研究を行うにあたって甚大なご協力をいただいた、本プロジェクトのメンバーおよび水産総合研究センター西海区水産研究所石垣支所亜熱帯生態系研究室および自然環境研究センターの皆様、グラハム・ハーディー博士に深謝する。

参 考 文 献

- Krebs, C.J. (1998) Ecological Methodology. 2nd ed. Addison Wesley Longman, Menlo Park, California, 620 pp.
- Nagelkerken, I., van der Velde, G., Gorissen, M.W., Meijer, G.J., van't Hof, T. and den Hartog, C. (2000) Importance of mangroves, seagrass beds and the shallow coral reef as a nursery for important coral reef fishes, using a visual census technique. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 51: 31–44.
- Nakamura, Y., Horinouchi, M., Shibuno, T., Kawasaki, H. and Sano, M. (in press) A comparison of seagrass-fish assemblage structures in open oceanic and coastal bay areas in the Ryukyu Islands, Japan. *Proc. 10th Int. Coral Reef Symp.*, Okinawa.
- 西平孝孝・Veron, J.E.N. (1995) 日本の造礁サンゴ類。海遊舎, 東京, 439 pp.
- 澁野拓郎 (2004) 保全すべきサンゴ礁生物多様性の探索。環境省地球環境研究総合推進費平成15年度研究成果—中間成果報告集—サンゴ礁生物多様性保全地域の選定に関する研究, pp. 243–261.
- 辻宣行・椿宜高 (2004) 種数による保全の優先度。日本生態学会関東地区会報, 52:10–16.
- 上野光弘 (2004) 八重山地域でのオニヒトデの調査・駆除の現状報告 (平成16年3月)。第4回八重山地区オニヒトデ対策連絡会議 (平成16年3月12日) 資料, 環境省国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター, 6 pp.
- 與儀正 (2004) 八重山漁業協同組合によるオニヒトデモニタリング調査・駆除活動報告 (平成16年3月)。第4回八重山地区オニヒトデ対策連絡会議 (平成16年3月12日) 資料, 環境省国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター, 2 pp.