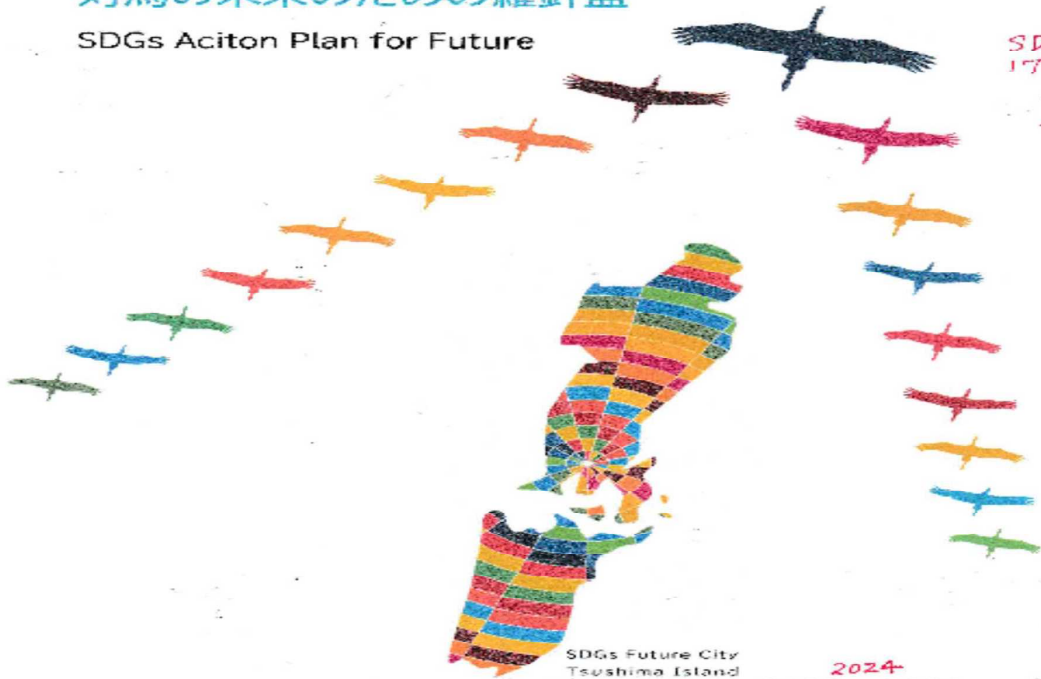


対馬市 SDGs アクションプラン  
対馬の未来のための羅針盤

SDGs Action Plan for Future

SD4  
17-74



SDGs Future City  
Tsushima Island

2024  
2022>>>2030

対馬市

2050 97億人CO2排泄ゼロ



2030 未来への分岐点



2024 80億人地球システム  
環境と食糧の限界まであと7年

1995 SDGs持続可能な開発目標

# 地球の叫び声 温暖化

- 300万年かけて緩やか上昇してきた気温が、150年間で1.2°C上昇、北極圏では5°C以上上昇
- グリーンランドの氷が1日に最大125億トン融氷
- 気候災害(海面上昇、安全な水不足、森林火災・豪雨災害等)は、1980年代の3倍に増加した
- 1970~2010年で、海の生物多様性は39%減少、陸の淡水魚は83%減少した

3

## ではどうするのか？

1. 行政が何かをやってくれるのを待つだけでなく連携して、企業、個人が当事者としての意識を持って、暮らし方を変えること
2. エネルギーも食も、今より少しになっても、心豊かに融和して暮らすことを大切にした持続可能な開発目標(SDGs)を実践する
3. 「生態系のバランス」と「足るを知る文化」を、未来の子供達にバトンすること

4

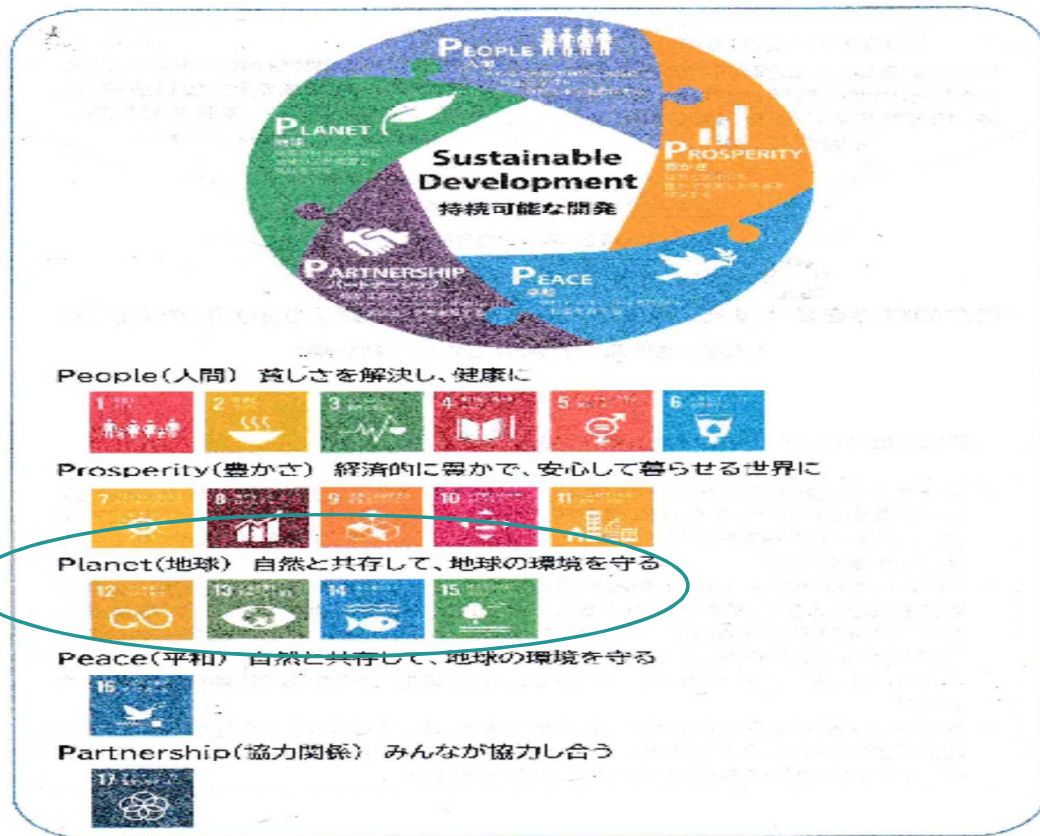


図2 SDGs のもうひとつの捉え方 - 5つのP

国際連合広報センター「SDGs を広めたい・教えたい方のための『虎の巻』より」

# SDGs推進・複合エコ養殖と藻場再生の道 in 対馬

## SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

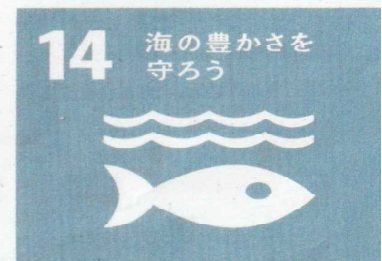
つくる責任つかう責任



気候変動に具体的な対策を



海の豊かさを守ろう



鹿児島大学名誉教授 門脇 秀策 (kshu@384.jp) <sup>6</sup>

# 地球温暖化を防ぐ森づくり(農水省HP)

森づくり	CO <sub>2</sub> の年間吸収量 (トン/ha)	対比 (%)
杉林	3.5	100
高密度アマモ藻場	3.5	100
ガラモ藻場	4.5	128
マングローブ林	6.0	171
アラメ、カジメ藻場	7.0	200
コンブ藻場	16.0	457

## コンブ等海藻による海中林のCO<sub>2</sub>吸収力

### CO<sub>2</sub>吸収力

	炭素・㎡/年
熱帯雨林	1,500~2,000 g
促成養殖コンブ	4,000 g
植物プランクトン	2,000 g
若い松	800~1,200 g

### 促成養殖コンブの成長力

1日に2センチ成長⇒6ヶ月で4メートル成長

### 海の生産力 (人口衛星ニッパス7号・7年間解析・1次生産)

海の生産力は陸の4~5倍の一次生産

	1次生産量
熱帯雨林	34億 t
沿岸域	450~510億 t

—コンブは地球を救う—

# 藻場再生

## 「海の森づくり推進協会」 の活動紹介

9



### 海の森が地球を救う！

海の森づくり推進協会 <https://www.kaichurinn.com>



### 人づくり 愛媛県遊子の子供達とコンブ収穫



### 海づくり 長崎県壱岐のコンブ収穫



### 魚づくり 海藻の加工食品と特性(シンポジウム)



# 種糸上のマコンブ幼芽(×10)

12月 18°C>

1 mm

4~6月 <25°C

長崎県壱岐東部漁協の栽培養殖コンブ(撮影:渋谷正信氏)

海の森づくり推進協会

2002~

1都17県41事業所

● 配布地域

- 種糸 (北海道函館市)
- 種糸 (北海道松前町)
- 種糸 (青森市・青森県)
- 種糸 (岩手県宮古市重茂)

■ 種糸 (徳島県鳴門市)

年間種糸長  
14km

未来目標  
種糸 1400 km  
海藻 2.5 万t  
アワビ 1250 t  
50 億円  
CO2吸収 1050 t

# マコンブの垂下栽培養殖



養殖コンブに集まる稚仔魚の群れ in 八代海養魚場

リーフボール藻礁 at 長崎7、鹿児島2、佐賀1、80基



2020年5月14日撮影 沈設後2ヶ月経過



長崎市高浜海水浴場2020年3月沈設 (撮影 朝日テック(株) 池田 修氏)

Depth: 3.11m; Temp: 17C



FIFISH

2022-04-25 14:55:36

Depth: 3.38m; Temp: 17C



FIFISH

2022-04-25 15:00:17



リーフボール藻礁2022年4月 (設置・撮影: マリンハビタット壱岐 田山久倫氏)

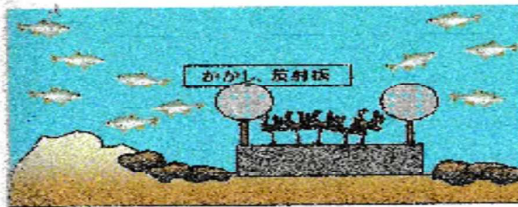




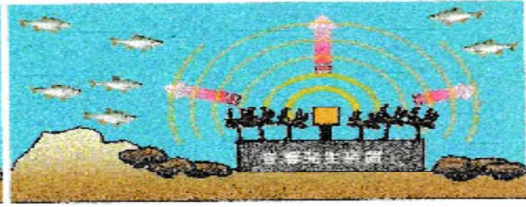
海の森づくり推進協会(2019~毎年): 民政官合同要望会議への要望書



磯焼け対策シリーズ1 「海藻を食べる魚たち」(成山堂書店2006)



分散：忌避（威嚇行動）



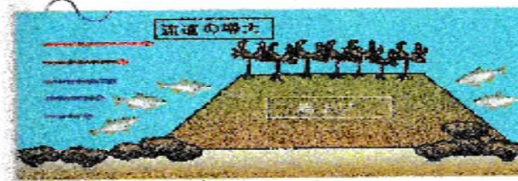
分散：忌避（音刺激）



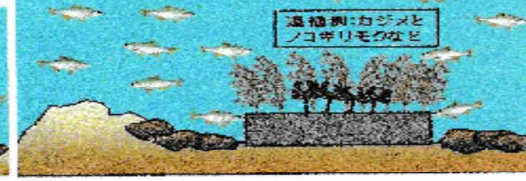
防御：囲い（用い網）



防御：囲い（防魚かご）



防御：高上げ



防御：混植

藻場を守る対策

捕食性魚類から藻場を守る対策の事例（→第2章）

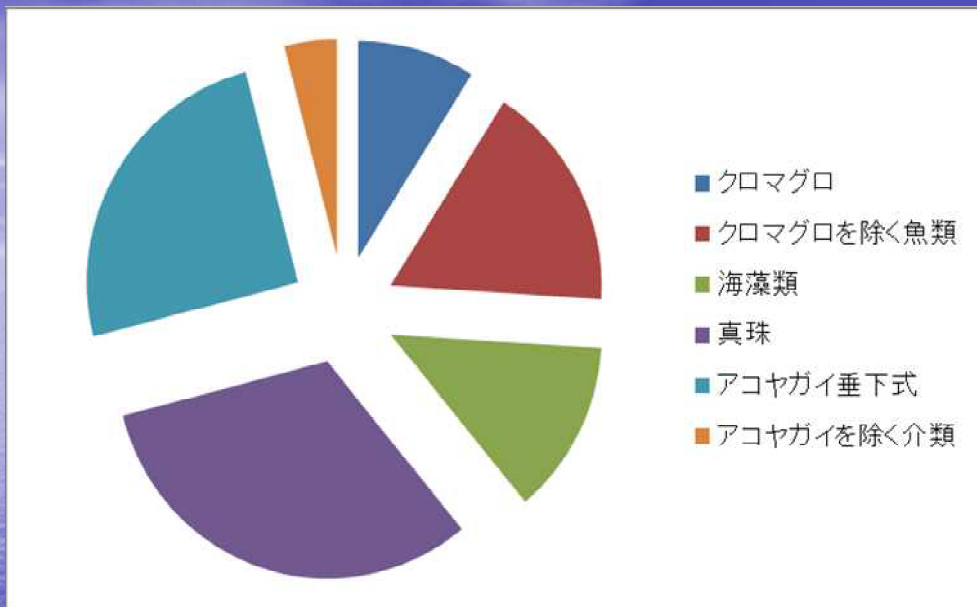
磯焼け対策シリーズ1 「海藻を食べる魚たち」(成山堂書店2006)



口絵8 アイゴの料理（山崎正之作、編著 終・藤田大介撮影）  
 上段：左：刺身・湯引き・バター・握りずし、右：マリネ、  
 中段：左：身の空揚げ、右：骨の煎餅  
 下段：左：照り焼き、中：そぼろ御飯、右：白子煮物

磯焼け対策シリーズ1 「海藻を食べる魚たち」(成山堂書店2006)



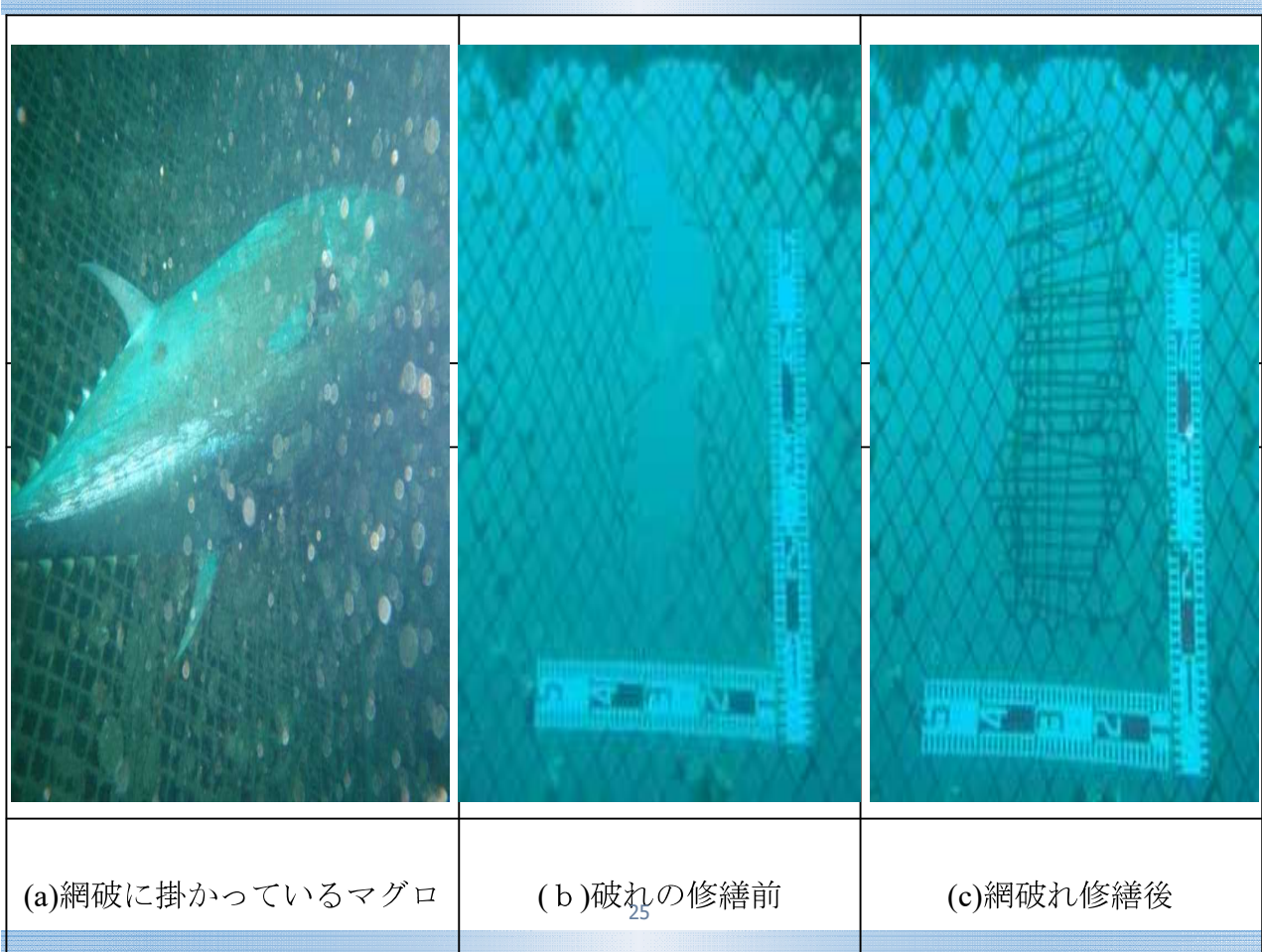


対馬の養殖種	養殖場 (%)	区画
クロマグロ	9	30
クロマグロを除く魚類	17	57
海藻類	13	45
真珠	32	108
アコヤガイ垂下式	25	87
アコヤガイを除く介類	4	15
	100	342

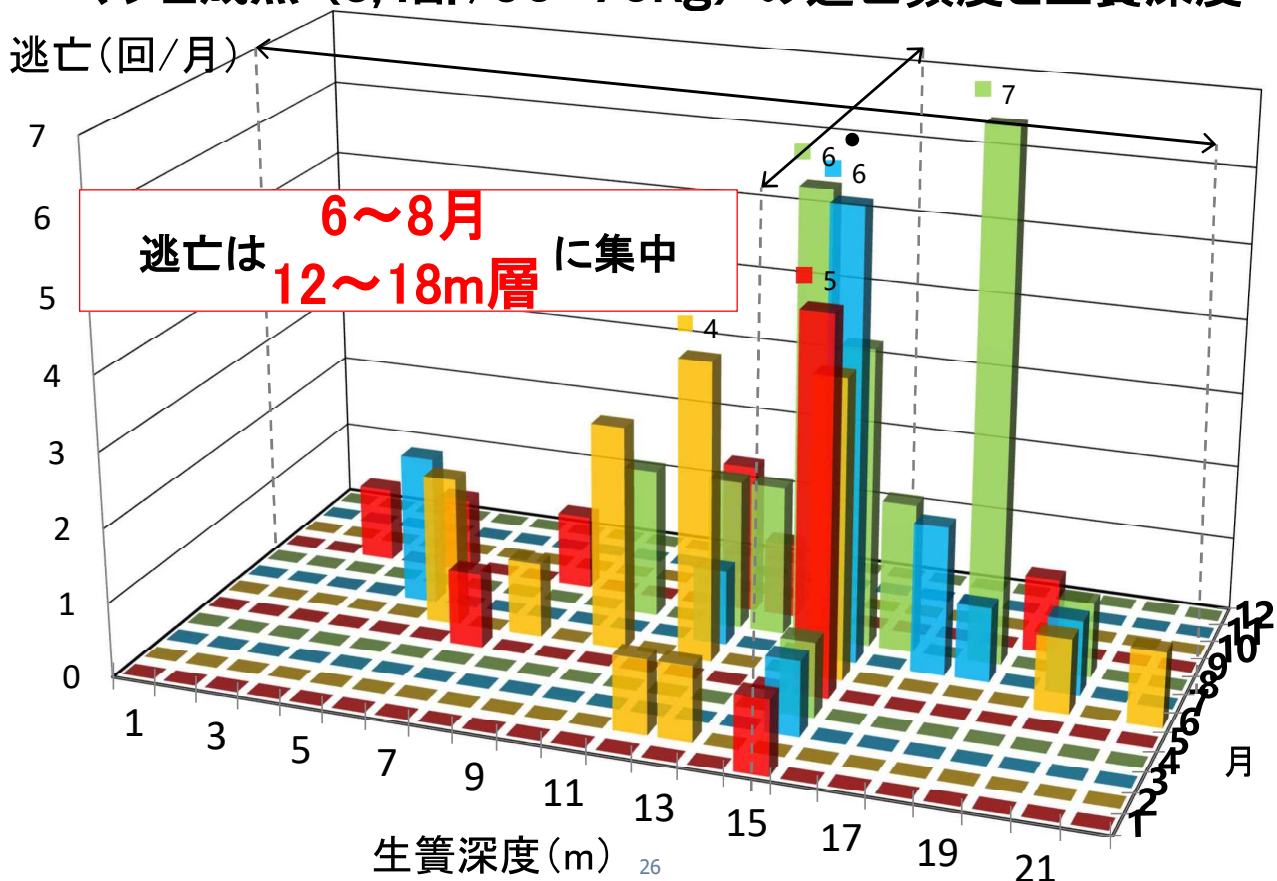
23

## クロマグロ養殖場における 生簀逃亡と水環境

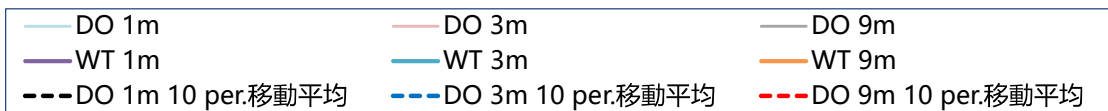
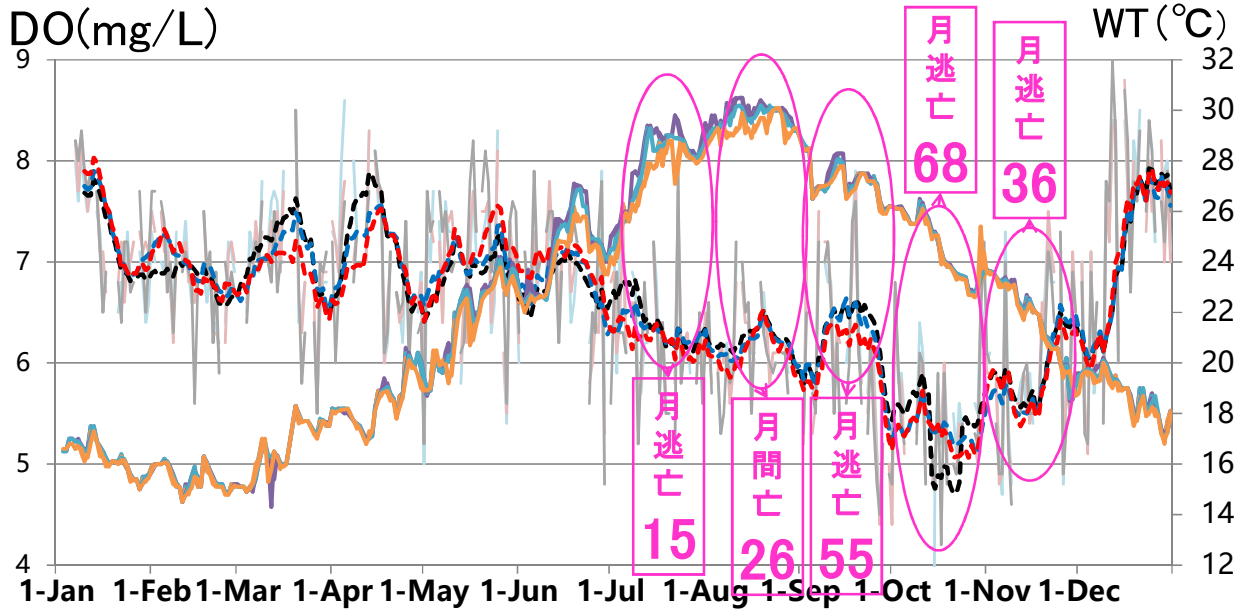
門脇秀策(2019): 養魚家自身による水質監視と複合養殖の必要性、  
アクアネット, 258, 37-40.



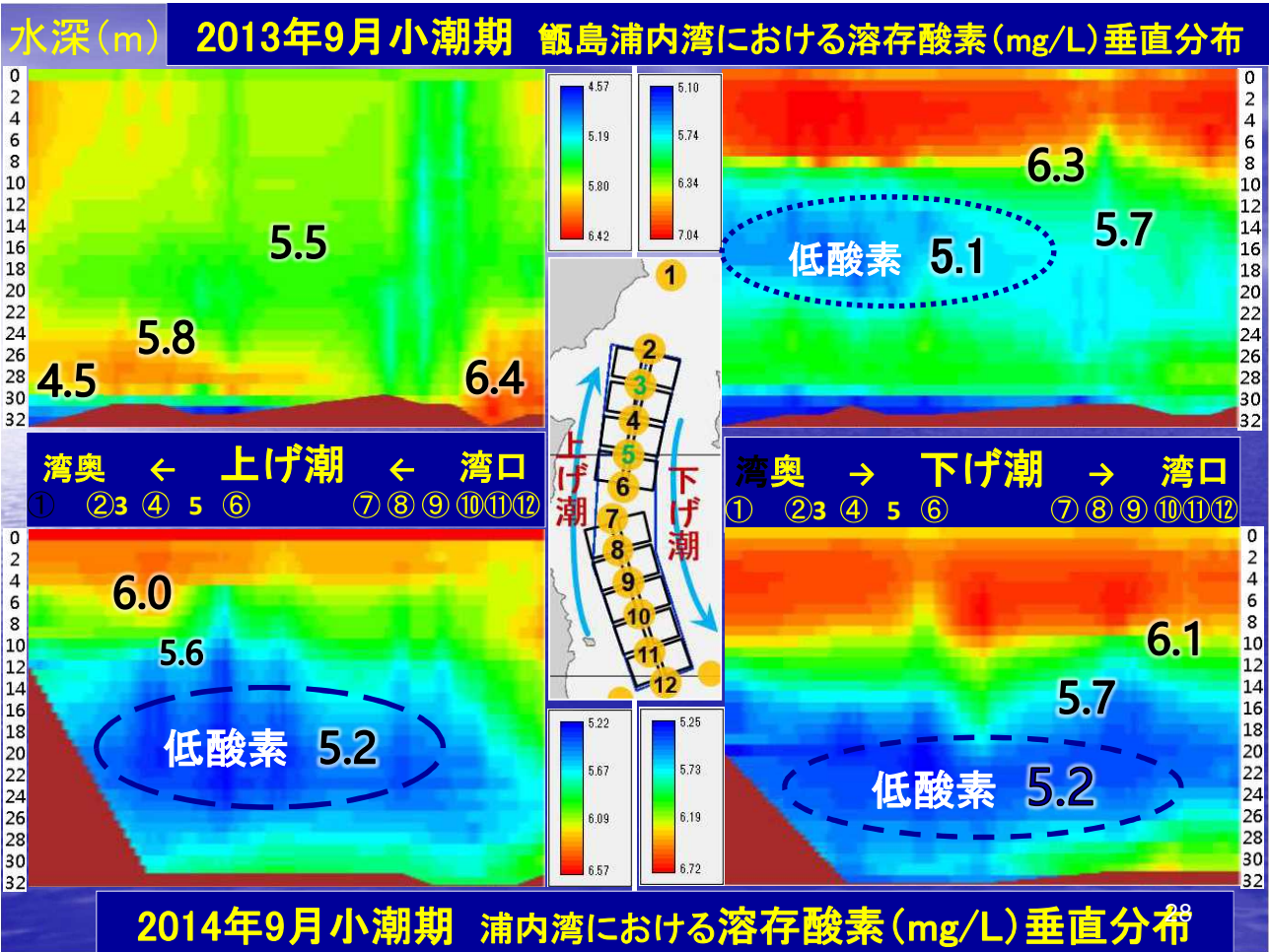
### マグロ成魚 (3,4齢/50-70kg) の逃亡頻度と生簀深度



# 浦内湾における養殖マグロの逃亡と酸素・水温の年変動(2013)



**水温が低い10月においても、  
溶存酸素の急激な低下に伴って逃亡回数はピーク**



## まとめ

- 逃亡水域は6.0mg/L以下の低酸素水域と一致
- 特に、水温27°C以上で低酸素水の発生時期に逃亡回数は急激に増加する
- ただし、溶存酸素が5mg/Lに低下すると、適正水温でも、逃亡が大量発生する

29

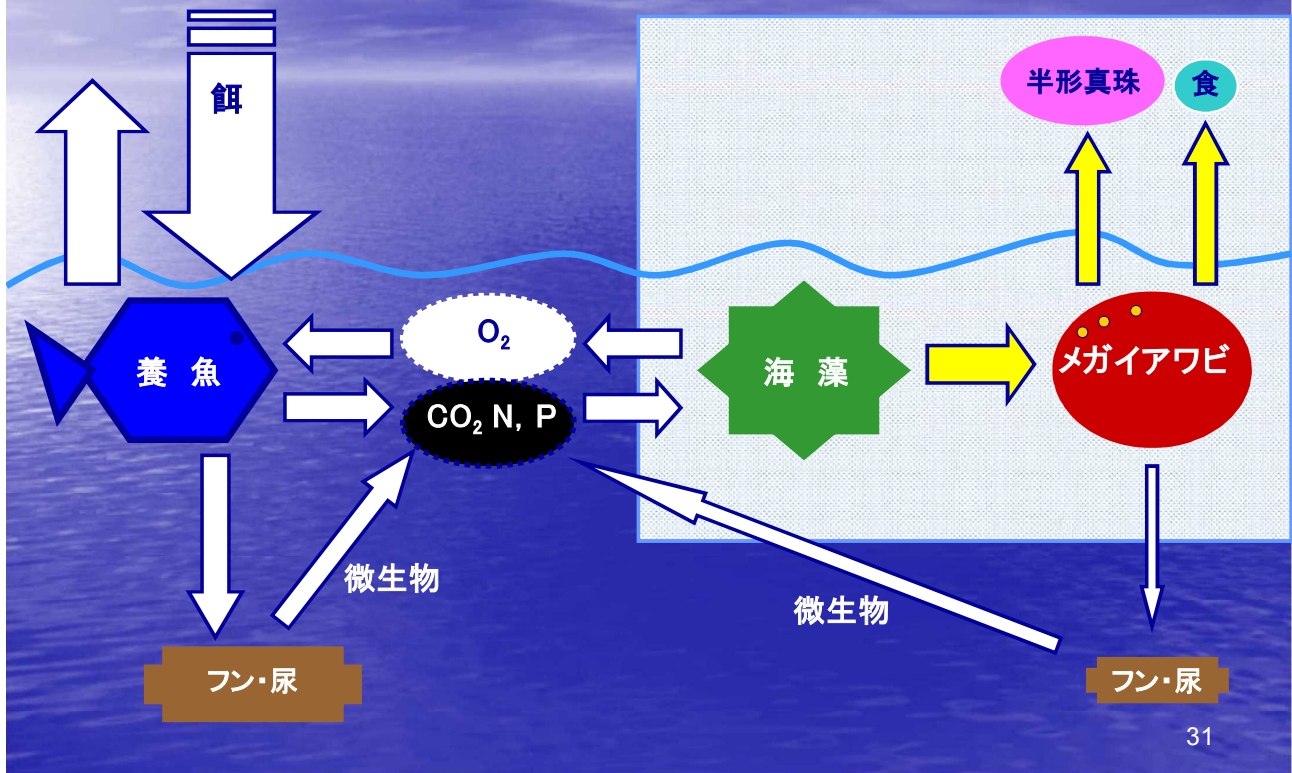
## 生簀逃亡の防止策

- 逃亡が多発する層の生簀網を強化
- 養殖密度の削減または生簀移動
- ◎ 生簀配置間隔の見直し、潮通しの改善
- ◎ 海藻栽培で溶存酸素の供給を増加

(高水温期の栽培に適する海藻種: ミナミアナオサ、クビレズタ、ミリン、アカモク、アントクメ、オゴノリ、トサカノリ etc.)

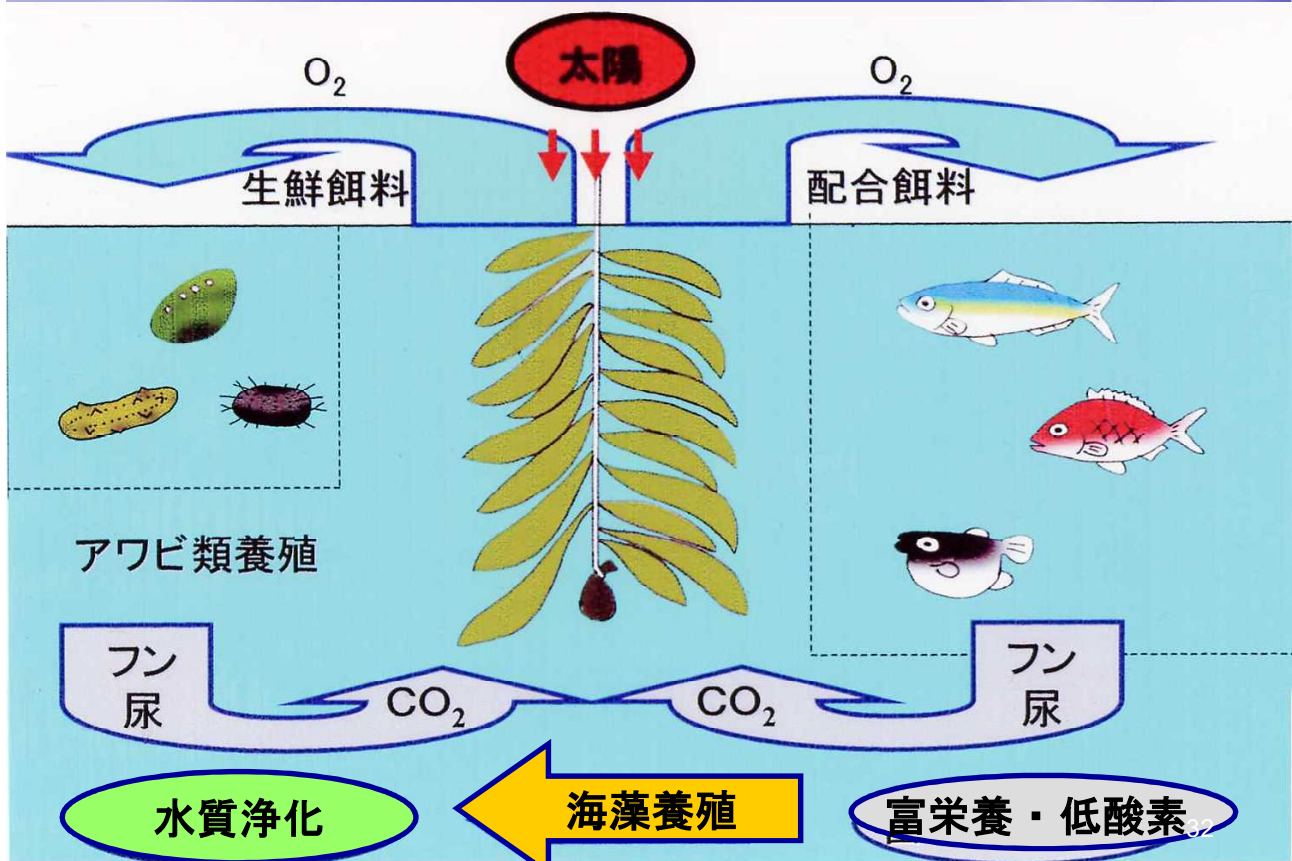
30

# 養魚と海藻とメガイアワビの 水質保全型の複合エコ養殖のススメ



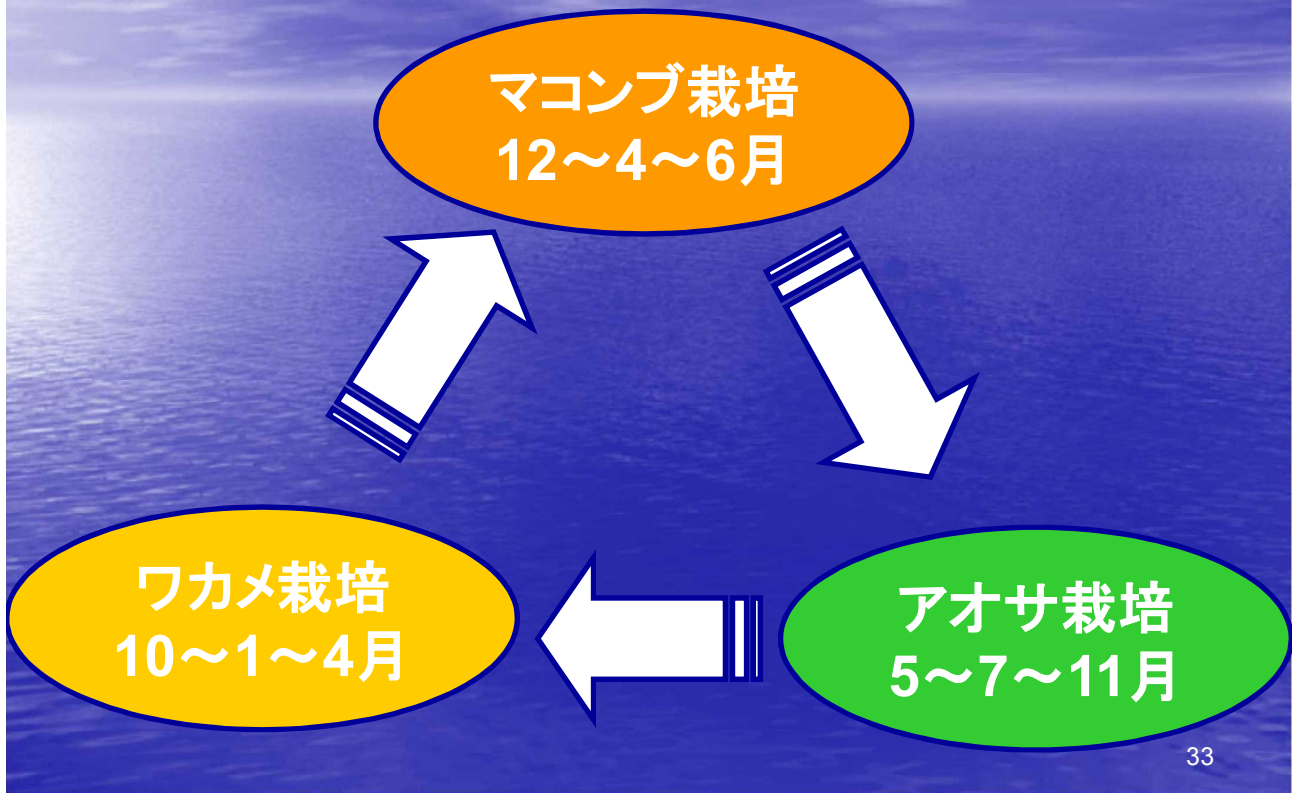
31

# 複合エコ養殖によるSDG12,13,14のススメ





# 浅海養魚場の水質保全を目的とした周年海藻栽培



33

## 養殖ブリ1個体のO<sub>2</sub>消費からみた最小限必要な海藻栽培量

海藻	マコンブ	ワカメ	アナアオサ
水温 (°C)	23	19	28
ブリ体重 (kg)	2.0	1.8	2.6
ブリO <sub>2</sub> 消費速度 F: (mg O <sub>2</sub> /ブリ個体/h)	879	695	1392
海藻O <sub>2</sub> 最大生産速度 S: (mg O <sub>2</sub> /kg 湿/h)	750	830	6390
養殖ブリ1個体に 最小限必要な海藻栽培量 S/F: (kg 湿/ブリ個体)	1.1	0.83	0.21

34

海藻の $O_2$ 生産(S)  
/  
養魚の $O_2$ 消費(F)

35

## SDG 12

# 養魚場のN負荷に対する 海藻の栽培規模

Shusaku KADOWAKI・Yuuki KITADAI (2017): Advantages of Environmentally Sound Poly-eco-aquaculture in Fish Farms, Application of Recirculating Aquaculture Systems in Japan, Fisheries Science Series, Springer, 267-278.

36

## ブリ養殖場のN負荷の浄化に必要な海藻栽培量

海藻	マコンブ	ワカメ	アナアオサ
ブリ養殖場N負荷速度 <b>F:</b> (mg N / m <sub>f</sub> <sup>2</sup> / day)	290	115	522
海藻の最大N吸収速度 <b>S:</b> (mg N / m <sub>s</sub> <sup>2</sup> / day)	2.9	3.1	3.6
海藻重量当りの面積 <b>s:</b> ( m <sub>s</sub> <sup>2</sup> / kg 湿)	0.95	1.35	19
養魚場単位面積当りに 最小限必要な海藻栽培密度 <b>S/F:</b> ( kg 湿 / m <sub>f</sub> <sup>2</sup> )	<b>105</b>	<b>27</b>	<b>7.6</b>

37

## ブリ養魚場のN負荷に対するマコンブ栽培のN吸収の面積比

### ●N負荷の浄化に必要なマコンブの栽培密度

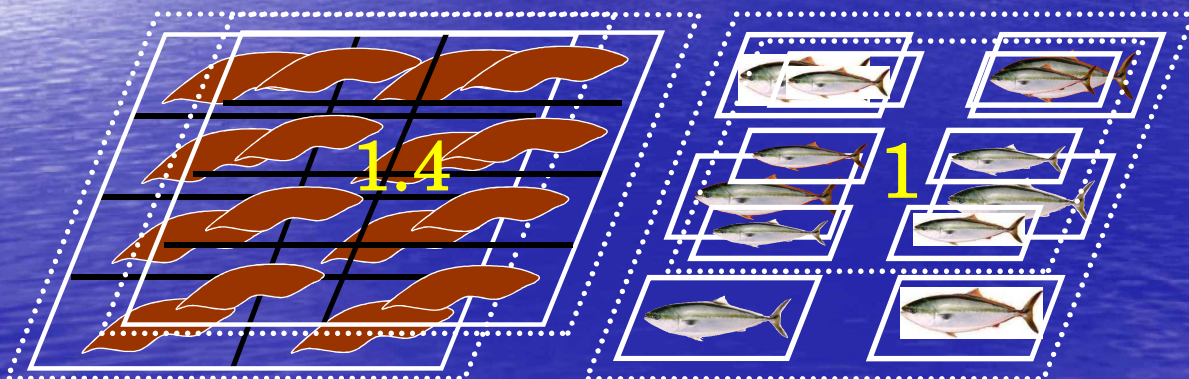
105 kg 湿 / m<sub>f</sub><sup>2</sup>

**S/F** N 負荷に対する  
浄化割合 (%)

### ●マコンブの効率的な栽培密度

72 kg 湿 / m<sub>f</sub><sup>2</sup>  
= 18 kg 湿 / m × 4 m / m<sub>f</sub><sup>2</sup>

1.0 70  
1.4 100



マコンブ栽培面積 : S

ブリ養殖面積 : F

38

# 養魚生簀周囲におけるマコンブの栽培例

## コンブ栽培条件

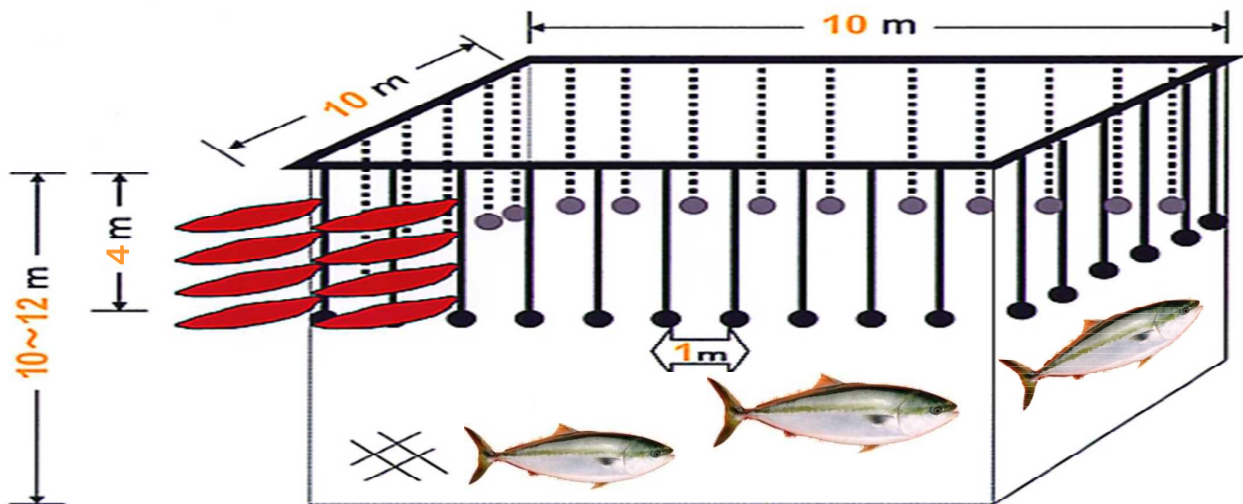
- 栽培層：0～4 m層
- 身入期：20～23℃
- 種系長：160 m = 4 m × 40 本

## 栽培コンブによるブリ養魚場N負荷の浄化率

● 27 % =  $\frac{28 \text{ kg/mf}^2}{105 \text{ kg/mf}^2}$

## コンブの生産量

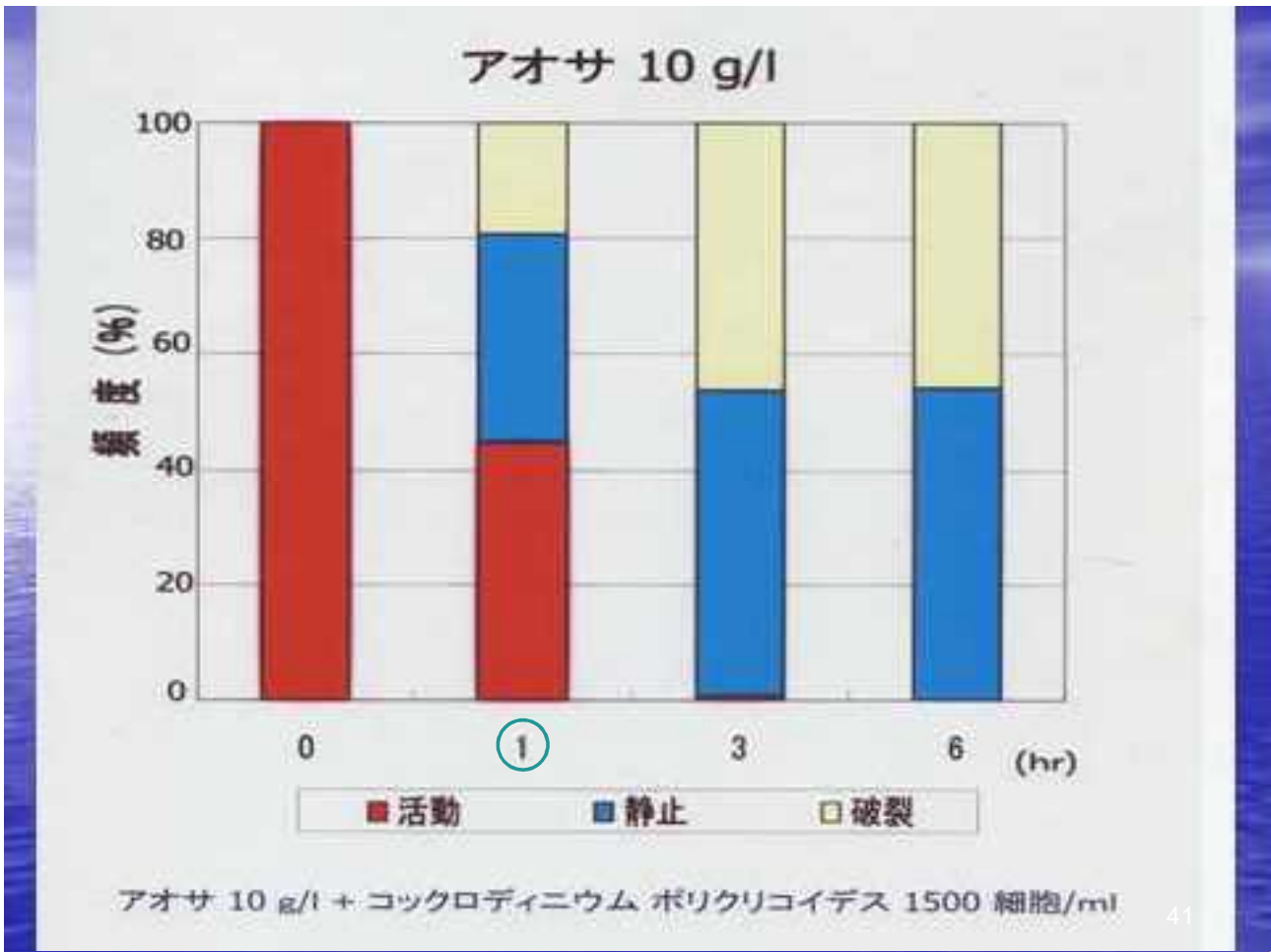
- コンブ生産量：2800 kg (18 kg/m × 160m) = 1.5 kg N = 0.25 kg P 吸収



# 細断アオサの殺藻細菌による 有害赤潮生物の活動抑制

研究の動機を得た文献

今井一郎(2007): 藻場を活用した赤潮の発生予防対策、  
海藻と魚類の複合養殖による赤潮予防、  
水産学シリーズ155, 微生物の利用と制御, 110-123.



41

**養魚場採取の細断アオサ *Ulva sp.* 密度と *Heterosigma akashiwo* の運動抑制との関係**

運動性	細断アオサ 密度(g wet/l)	経過時間 (hr)
活動	0 ~ 4	0 ~ 6
停止	6 ~ 10	1 <
破壊	12 ~ 16	3 <

室内培養の赤潮密度: 1500 cells/ml  
 アオサ表面の殺藻細菌:  $10^4 \sim 10^5$  cells/g 湿 (今井: 2007)  
 アオサ密度: 家庭用ミキサーで細断、0 ~ 16 g 湿/ l の11段階  
 経過観察: 0 ~ 6 hr まで1時間毎に顕鏡計数  
 水温: 17 ~ 20°C

42

# SDG 12, 13, 14 養魚と海藻とアワビとナマコの 複合エコ養殖

研究の動機を得た文献

平田八郎(1994): 環境調和型養殖システムの必要性  
—その理論と実際、養殖、31(11), 60-64.

43



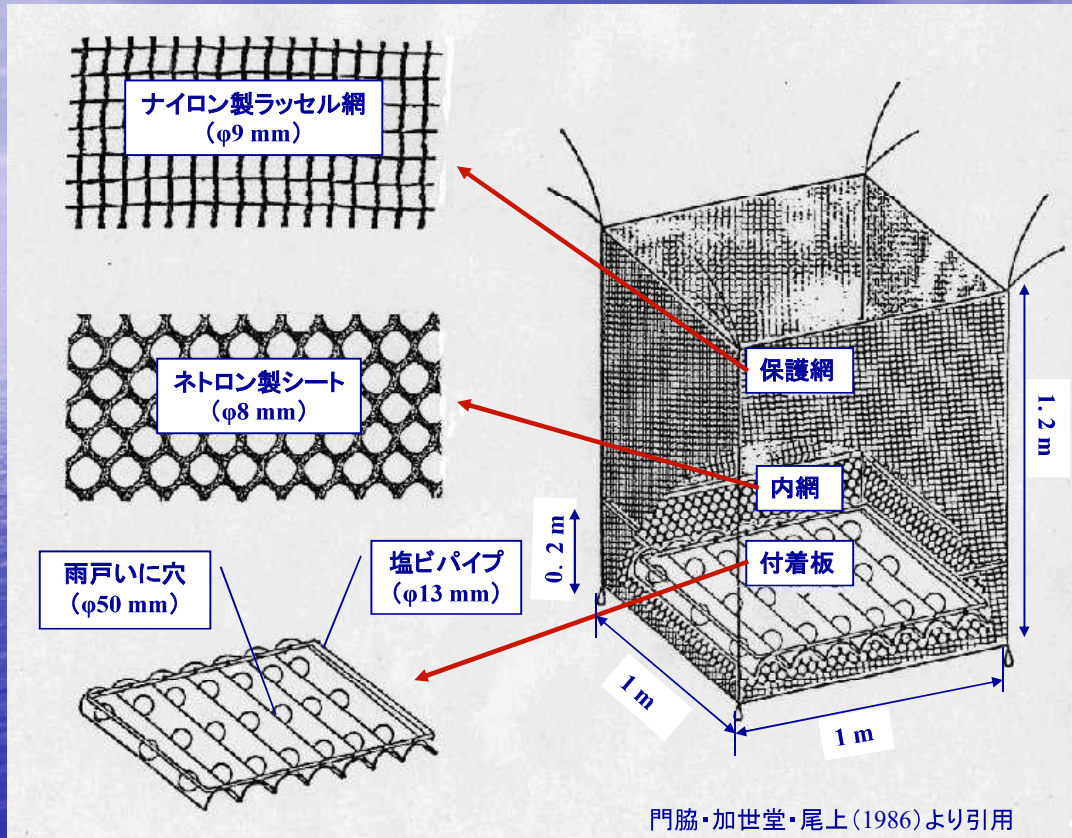
アワビ300個/籠



ナマコ3個

アワビ養殖籠  
(1x1x1m)

# アワビの小割式養殖カゴ



## 養魚と海藻とアワビの複合エコSDGs養殖

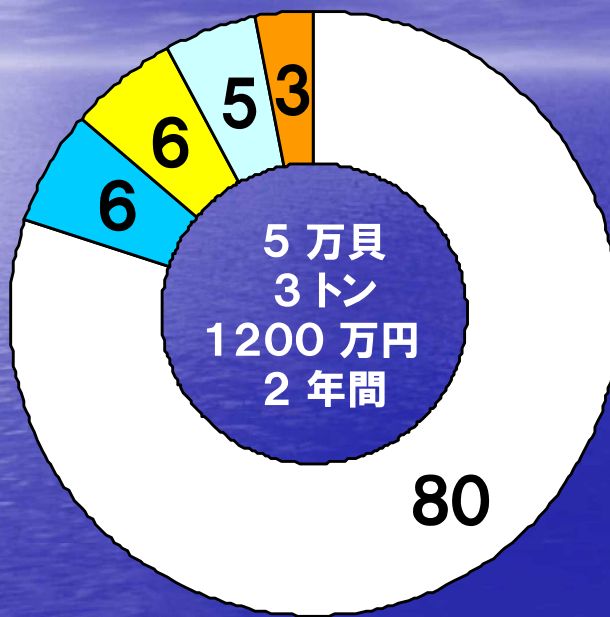
アワビ  
養殖

海藻栽培



- 50カゴ/100m<sup>2</sup> × 300 個/カゴ = 15000 個アワビ = 840 kg
- 15000個 × 0.85 × 70g/個 × 4000円/kg = 360 万円
- 餌コンブ 16.8 t = 707kg CO<sub>2</sub> = 9.0 kg N = 1.5 kg P

## 生鮮海藻によるアワビ養殖の経営収支



- 管理費
- 生簀
- 稚貝
- カゴ
- 種糸

種苗サイズ 3 cm

出荷サイズ 70 g/個

生残率 85 %

単価 4000 円/kg

47



48





49

干アワビ(上)

干ナマコ(上)



1,200 円/個  
48,000 円/kg

1,076 円/個  
46,793 円/kg

50

# アワビ真珠養殖

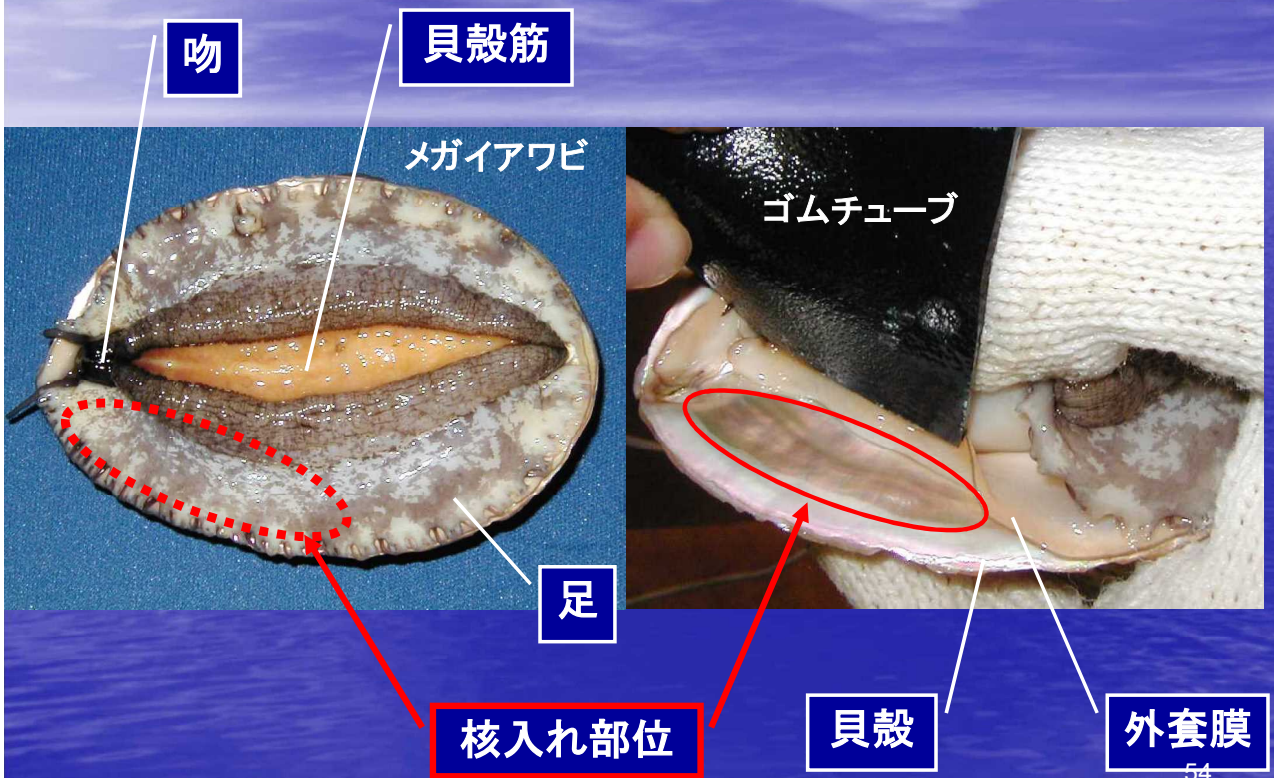
51





53

## 半形真珠の核入れ部位



54

# 半形真珠核の作成

アワビ稚貝の貝殻

殻長：14 ± 2 mm

殻幅：11 ± 1 mm

殻高：4 ± 1 mm

貝殻にロウを流し込み凝固後、  
薄刃で平面にロウ核を整形



55

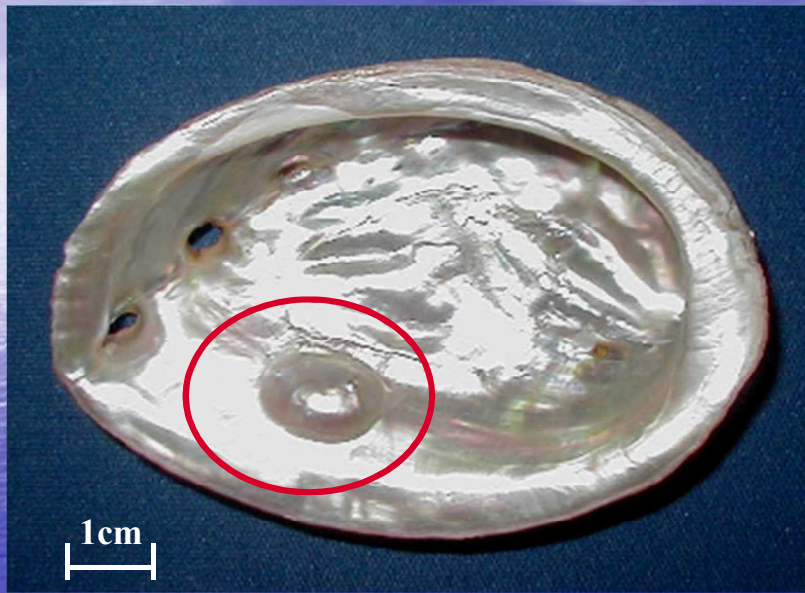
## 半形真珠の核入れ手順

核入時間2分



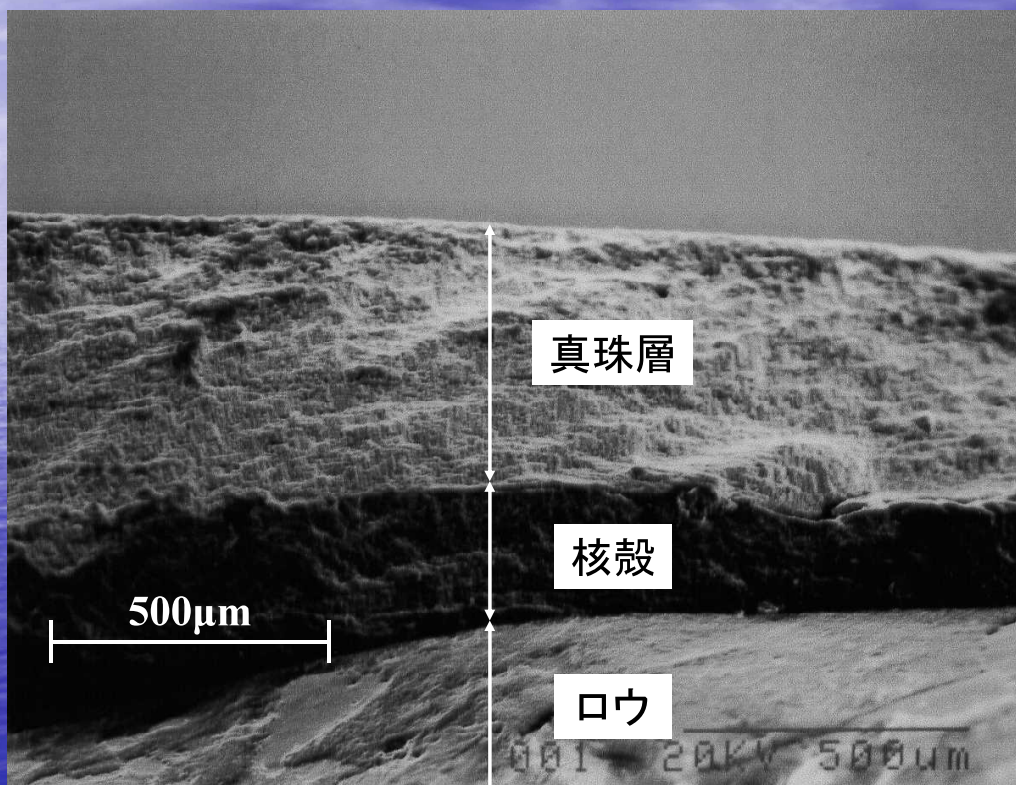
56

# メガイアワビの半形真珠



57

# 半形真珠層の走査型電顕写真 (×80)



58



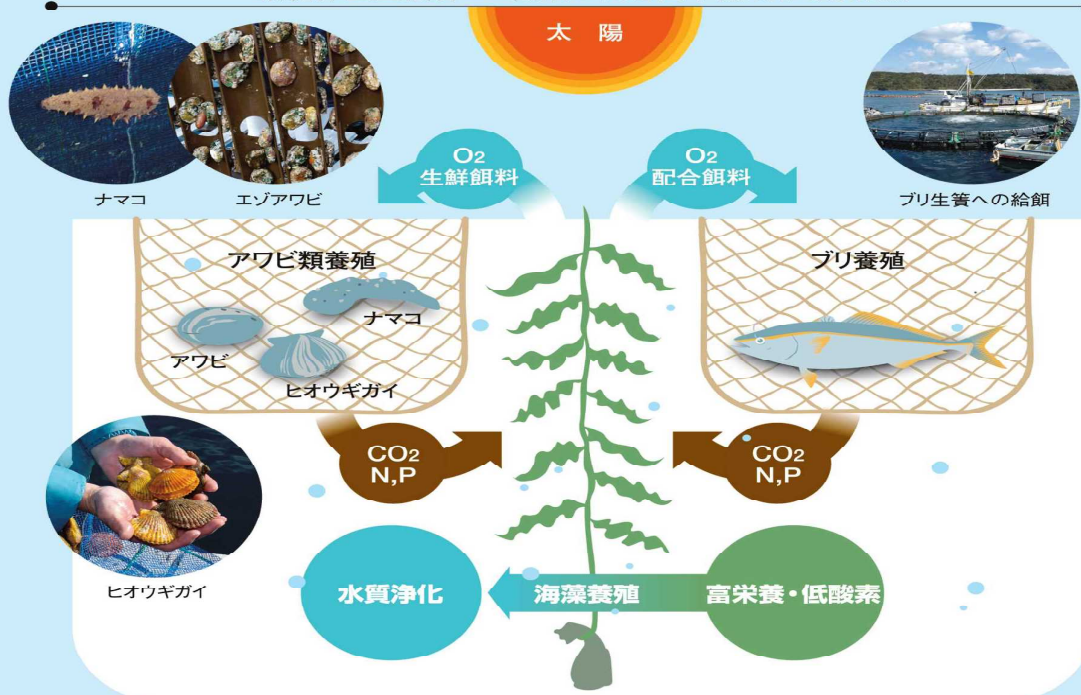
# 対馬の未来を拓く複合SGDs養殖

- アワビ、真珠、ナマコ、クロ鮪、カツオの養殖
- 養魚と海藻とアワビとナマコとの複合養殖  
(海藻:アオサ、コンブ、ワカメ、アカモク)
- 海藻S／養魚Fの生態バランスを見出す

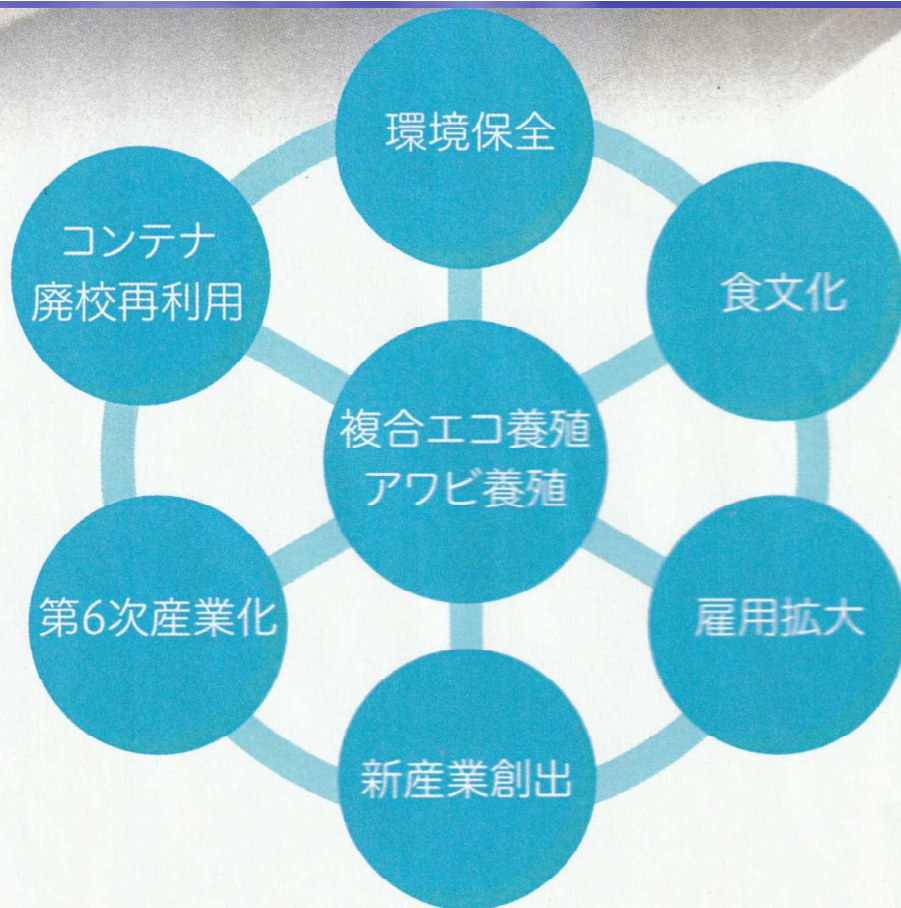
未来への分岐点 2030までに！

61

環境保全型複合エコ養殖の概念図(門脇 秀策 教授作成)



62



63

## ☆カーボンオフセットの6R

**Recycle**

循環

**Reuse**

再利用

**Reduce**

軽減・削減・節約

**Remediable**

救済・治療・修復

**Recipe**

料理の作り方

**Regeneration**

再生・新生

64

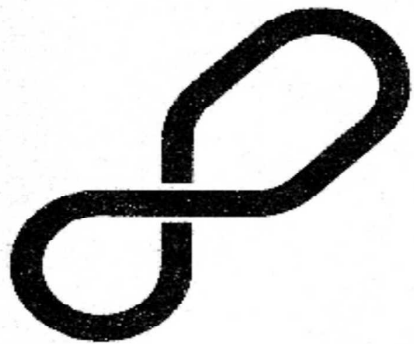




## SDG12 生態系の循環

山は海の恋人 メビウスの輪 dotted

65



つしま  
ヂカラ

Power Of Tsushima

さがえり し ま  
郷還の対馬づくり

## その心は VSOP に乾杯

- **Vitality** 元気 ← 感謝
- **Specialty** 専門性 ← 継続
- **Originality** 創造性 ← 温故知新  
← 固定観念に執れない
- **Personality** 個性、人柄  
← その人らしさ、品格

67



長崎県壱岐東部漁協の栽培養殖コンブ（撮影：渋谷正信氏）



ご清聴ありがとうございました

5月15日

参考図書(2,3,4謹呈)

- 1) 藤田大介ら(2006): 海藻を食べる魚たち～生態から利用まで～、成山堂書店.
- 2) 門脇秀策(2006): 浅海養魚場の水質浄化に必要な海藻の栽培密度、養殖541。緑書房.
- 3) 松田恵明(2010): 海の森づくり～いつまでも魚が食べられる環境へ～、緑書房.
- 4) 境一郎(2000): 一個52万円のアワビ文化～環境立国日本をめざす海からの提言、成山堂書店.

69

## 対馬の皆様と環境に希望ある未来を！

対馬市 SDGs アクションプラン  
対馬の未来のための羅針盤  
SDGs Action Plan for Future

