

特別セッションS2.
「ブルーカーボン生態系の増殖技術」

港域における垂下式アマモ場造成に関する現地実験

東洋建設(株)
(一社)CIFER・コア

東洋建設(株)

○金澤 剛
横山 隆司
久保 忠義
奥田 毅
小塚 海奈里
酒井 大樹
藤原 敏晴

研究の背景・目的

ブルーカーボン

アマモ

- 沿岸の砂泥域に生育する種子植物
- 各種機能により海域環境に重要な役割
- 海岸構造物の建設や港湾漁港整備，埋立により消滅した過去
- 再生技術も多数



アマモが現存しない場で新たにアマモ場の造成を試みる

生育条件を考慮して適地を選定

<生育条件>

- 光
- 水温
- 塩分
- 水深
- 波浪
- 砂面変動
- 底質

少なくとも、アマモの生育に適した水深と砂泥質の海底が必要

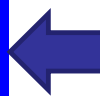


見つからないことも多い

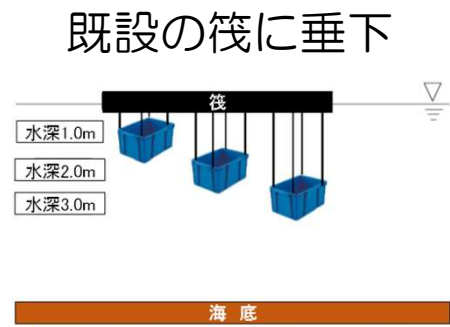
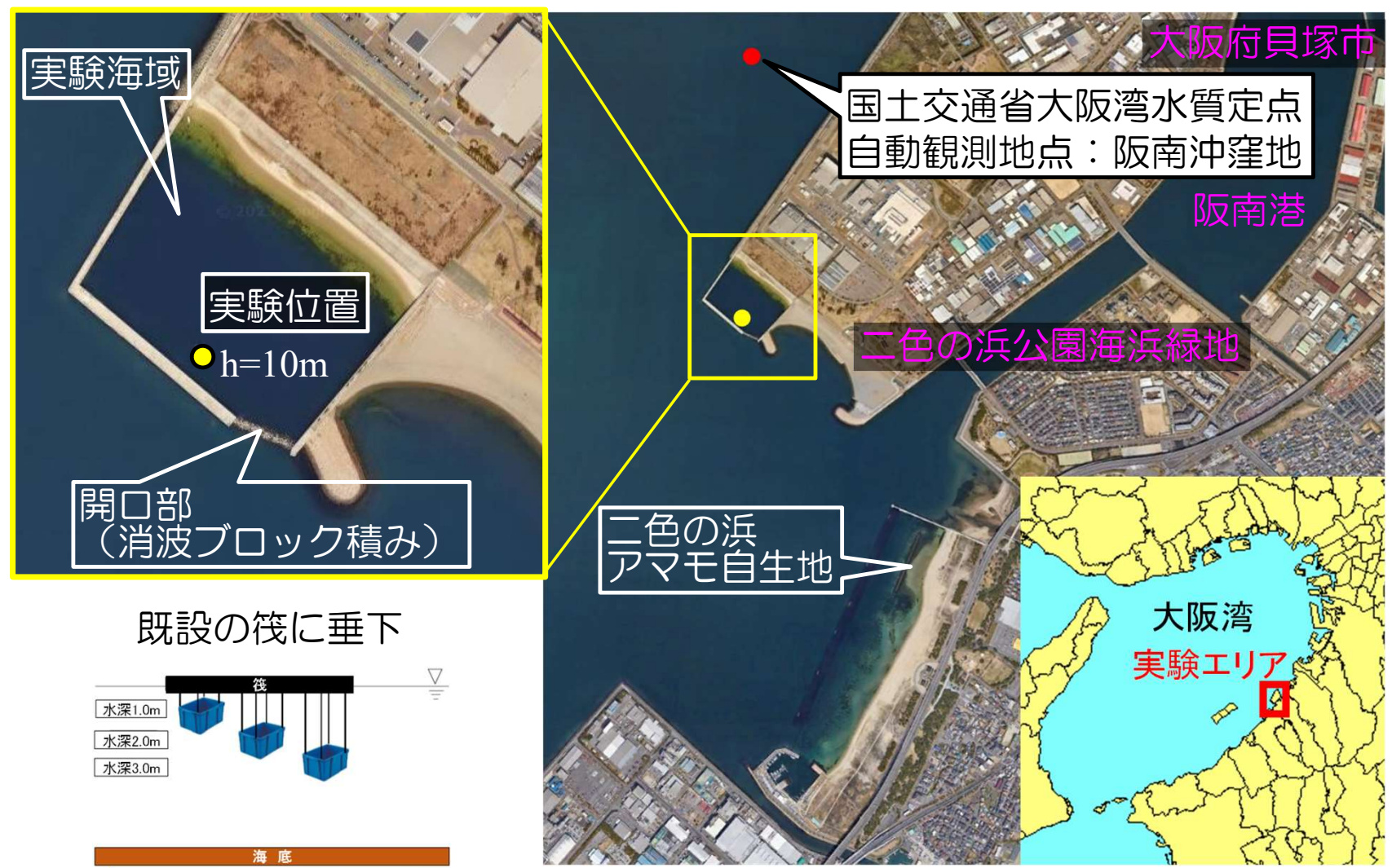
そこで本研究では、

アマモの生育に適した人工地盤を海中の適切な水深に設けてアマモを生育させる

実海域で実験可能性を検討

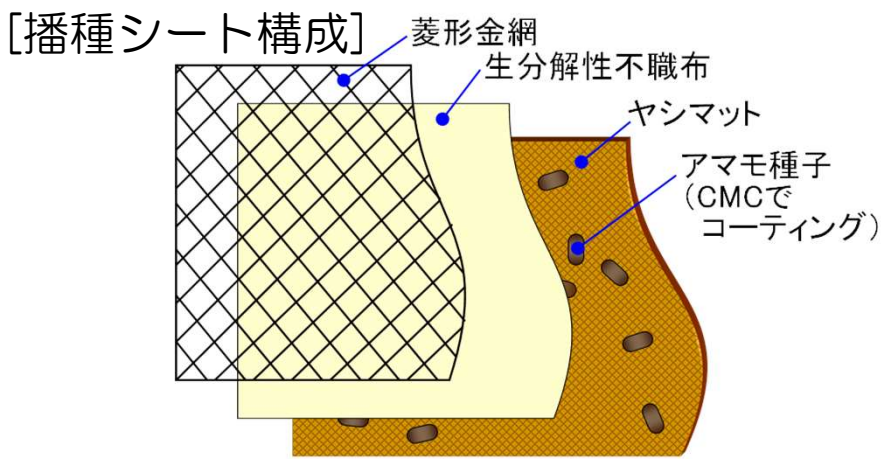
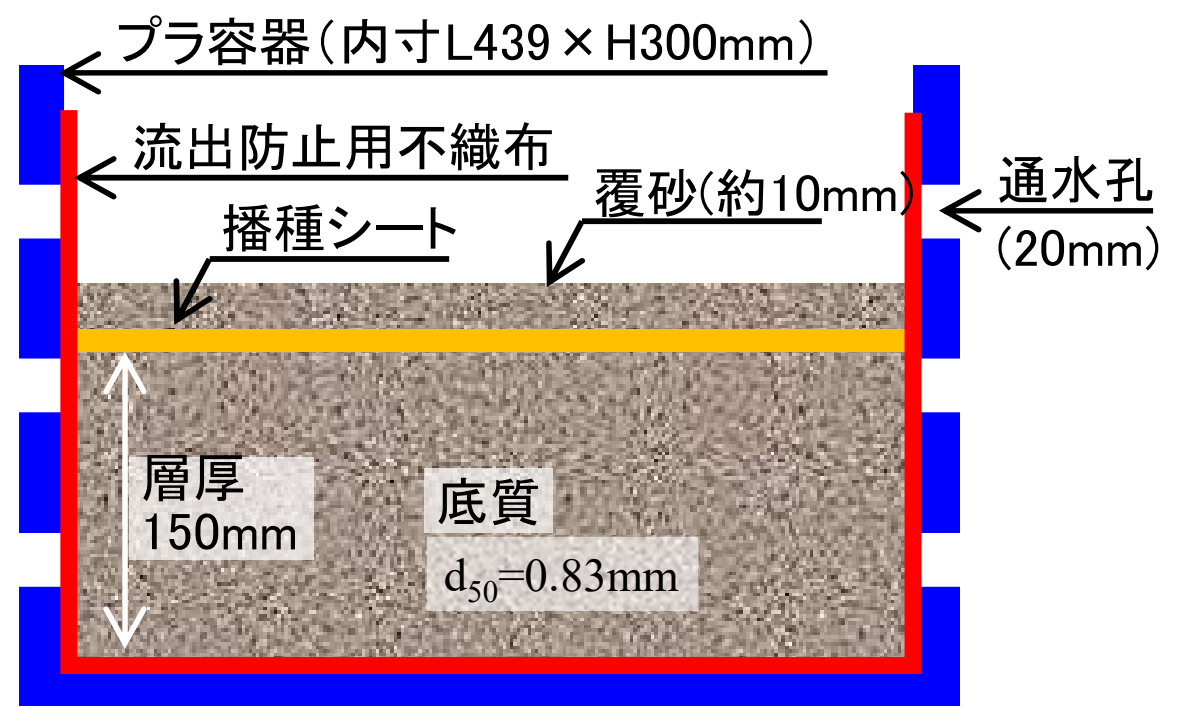


実海域実験



実験容器

主たる容器：L439×W309×H300 mm（内寸）の不透水性のプラスチック製容器



アマモ種子は100粒／容器

（二色の浜アマモ自生地の中央粒径 $d_{50}=0.98\text{mm}$ ）

実験実施状況

	2019(R1)年度	2020(R2)年度	2021(R3)年度
設置日	2019/11/26	2020/10/28	2021/10/25
容器種別※ ¹ (寸法は容器内寸)	1種類 ①L439×W309×H300mm(側面孔あり)	4種類 ①L439×W309×H300mm(側面孔あり) ②L442×W318×H209mm(容器高さ低) ③L488×W333×H298mm(側面透水性) ④L380×W280×H140mm(SS製メッシュ)	3種類 ①L439×W309×H300mm(側面孔あり) ②L442×W318×H209mm(容器高さ低) ⑤L439×W309×H300mm(側面孔なし)
底質厚(粒径)	150mm($d_{50}=0.83\text{mm}$)	150mm($d_{50}=0.83\text{mm}$)	150mm($d_{50}=0.83\text{mm}$)
容器配置※ ²	h=1.0m①, h=2.0m①, h=3.0m①	h=1.0m①, ②, ③, ④	h=1.0m①, ②, ⑤ + 2020年度①(残置) h=2.0m①, h=3.0m①

※1: 容器種別①～⑤は3カ年通じて共通(例えば, 2019年度①と2020年度①は同一の容器)

※2: 例えば, h=1.0m①, ②は水深1.0mに①と②の容器を1個ずつ設置したことを意味する



実験容器① (基準)



② (容器高さ低)



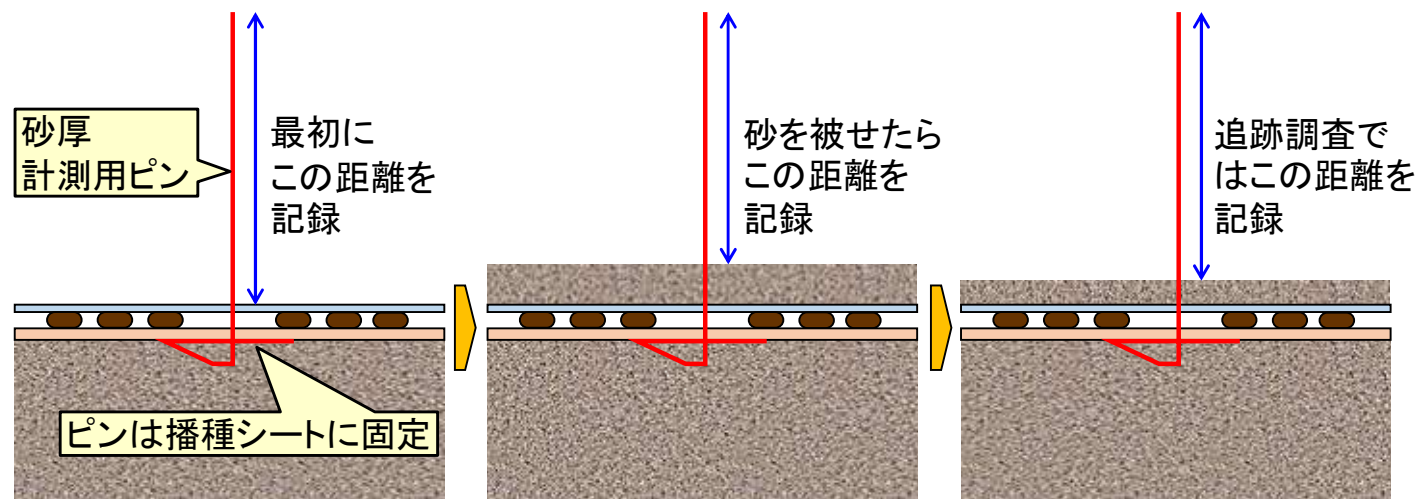
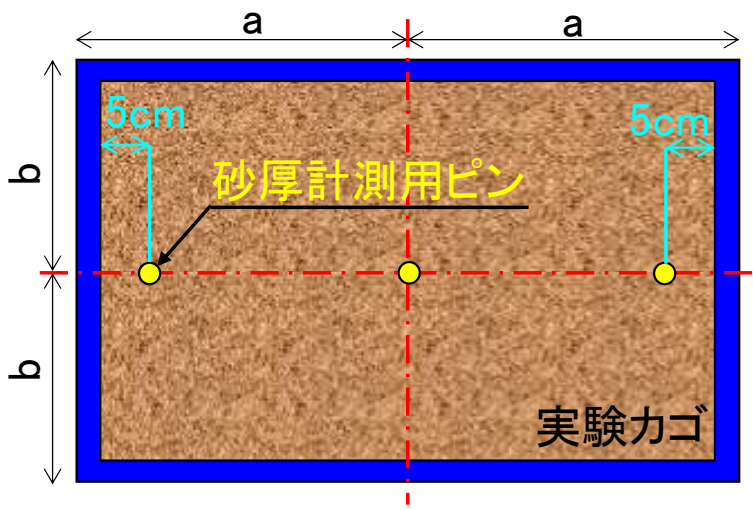
③ (透水性大)



④ (ステン製)

計測

	計測項目
2019年度～2021年度共通	<ul style="list-style-type: none"> アマモの発芽生育数，葉長 (設置後1ヶ月ごとに海面に容器を引き上げて計測) 水温，塩分，水中光量の鉛直分布 (JFEアドバンテック社製AAQ177)
2021年度	<ul style="list-style-type: none"> 水温 (JFEアドバンテック社製DEFI2-T) 連続計測 (h=1.0m, 3.0m) 水中光量子 (同DEFI2-L) 連続計測 (h=1.0m, 3.0m) 波浪観測 (水圧式波高計：同INFINITY-WH) 播種シート上の砂の厚さ

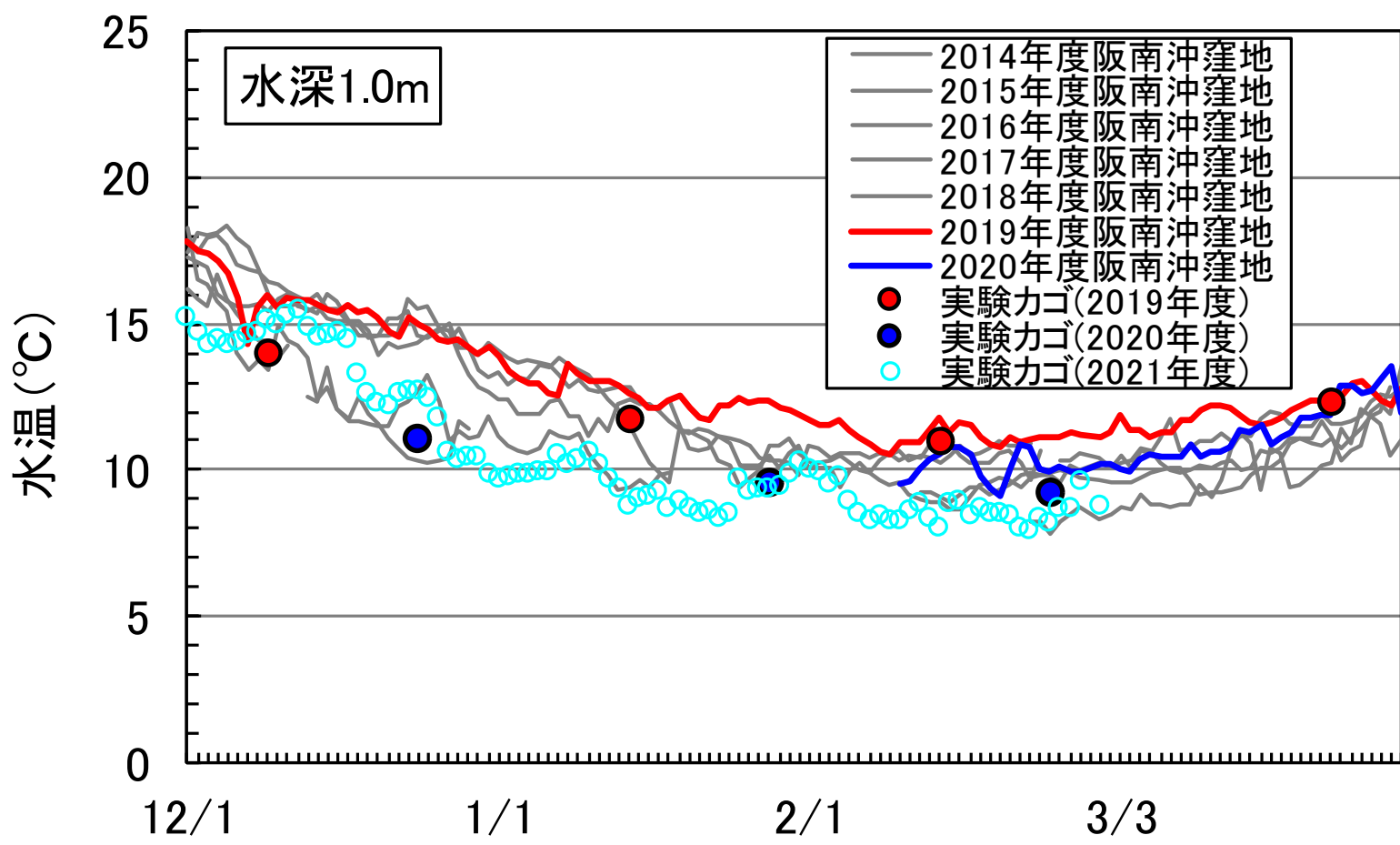


アマモの発芽生育数と平均葉長の結果

		2019(R1)年度	2020(R2)年度				2021(R3)年度		
調査日		2020/3/24	2021/3/24				2022/4/8		
実験容器		①	①	②	③	④	①	②	⑤
設置水深	h=1.0m	発芽せず	33本 9.8cm	11本 5.6cm	21本 6.5cm	1本 18.0cm	25本 5.2cm	5本 5.7cm	23本 7.0cm
	h=2.0m	発芽せず					39本 5.6cm		
	h=3.0m	発芽せず					1本 5.5cm		

(2021/4/29, ①)

実験時の環境条件：水温



2019年度（アマモ不発芽）
 実験位置（●），
 阪南沖窪地（—）は、
 1月中旬以降、例年より高い。

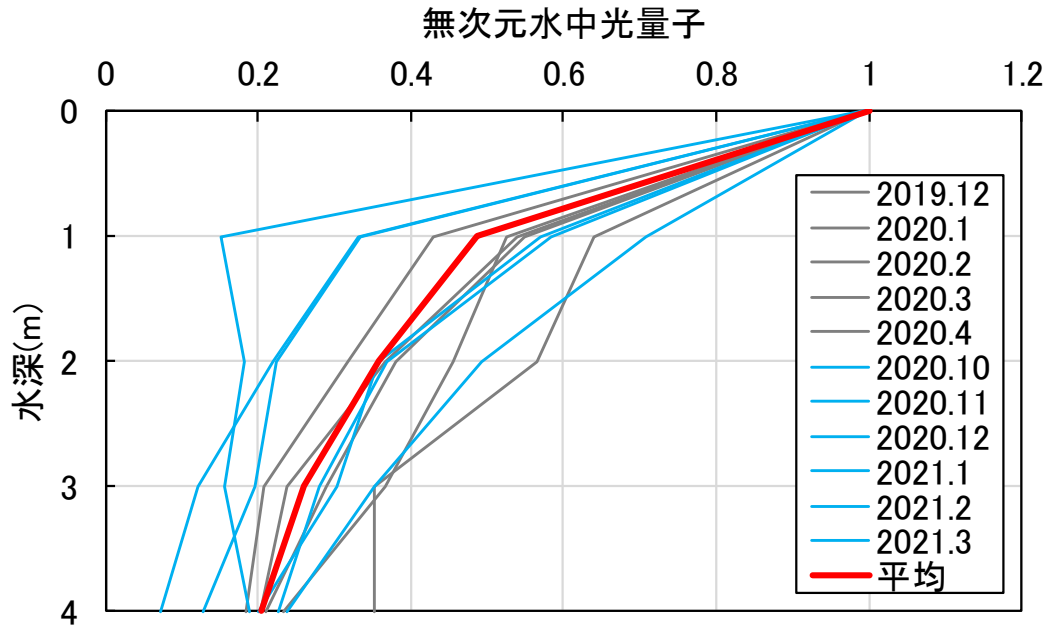
2020年度（アマモ発芽）
 実験位置（●），
 阪南沖窪地（—）

2021年度（アマモ発芽）
 実験位置（○）は、
 例年なみに低下した。

アマモの発芽好適水温
 5～10℃（川崎ら，1986）

⇒2019年度に発芽しなかった
 主要因

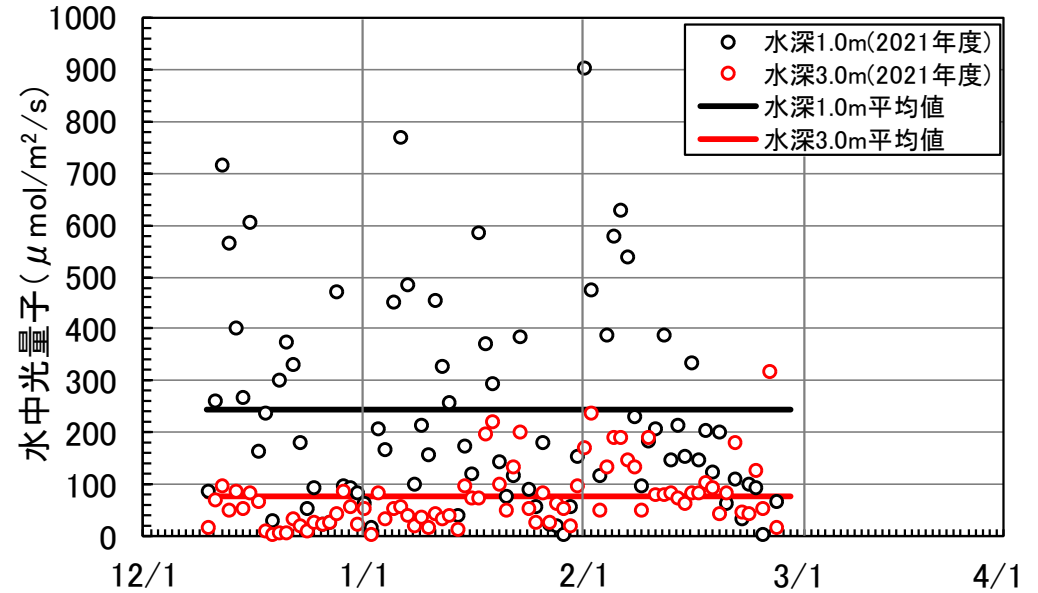
実験時の環境条件：水中光量



2019年度，2020年度の月1回の観測値：鉛直分布
各水深の値を水面の値で無次元化

2019年度と2020年度の間に特徴的な差はない
平均（—）で見れば，

水深1.0mでは49%に減衰
水深2.0mでは36%に減衰
水深3.0mでは26%に減衰



2021年度の観測値(毎日12時)：

h=1.0mの平均（—）は245 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

h=3.0mの平均（—）は 78 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

発芽生育数はh=2.0m(39本)>1.0m(25本)>3.0m(1本)

⇒この海域では245 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ では光が強すぎ，
78 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ では弱すぎ

⇒適した水深に設置することが重要

実験時の環境条件：来襲波浪

date	月平均有義波		最大波	
	波高[m]	周期[s]	波高[m]	周期[s]
2021年7月	0.01	2.86	0.07	9.25
2021年8月	0.01	4.26	0.05	9.25
2021年9月	0.01	3.31	0.08	12.60
2021年10月	0.01	3.72	0.07	4.26
2021年11月	0.01	3.27	0.09	4.25
2021年12月	0.02	4.41	0.13	5.80
2022年1月	0.01	4.01	0.09	4.60
2022年2月	0.01	3.64	0.08	4.80
計測期間平均	0.01	3.68	0.08	6.85

水深2.0mの地点に水圧式波高計を設置

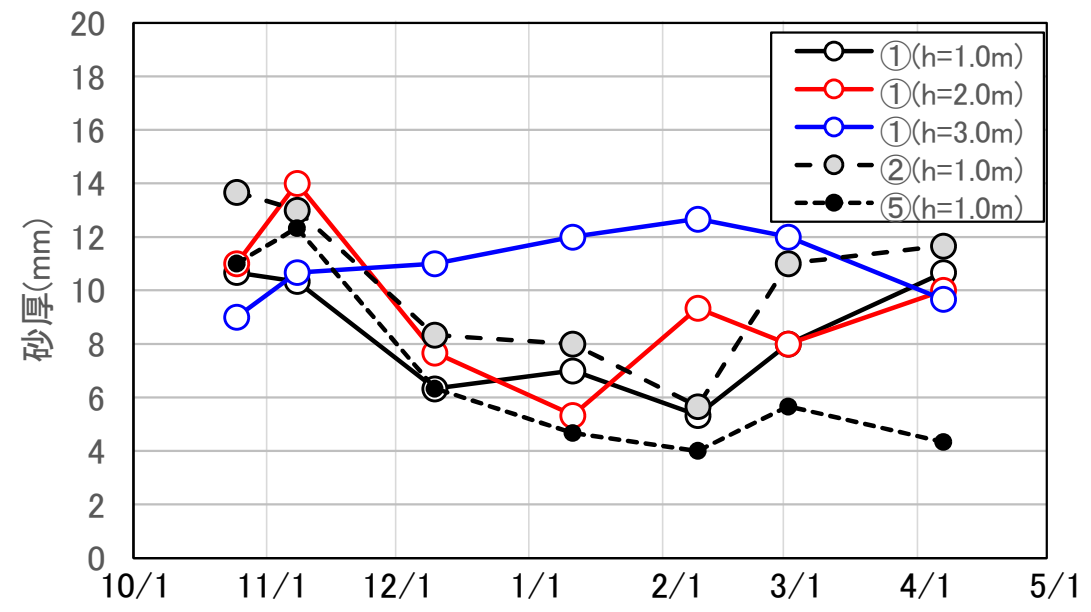
10分/1時間，サンプリングタイム0.2s

計測期間の平均値で，有義波高は数cm，有義波周期波4s程度

最大波高は0.13m，最大波周期は5.8s

極めて静穏

実験時の環境条件：播種シート上の砂の厚さ



各容器内3ヶ所で計測した砂厚の平均値

- h=3.0mの標準容器○は変動小
- h=1.0mの不透過容器●は4mm程度に減少して安定
- その他は冬にかけて6mm程度に減少するが、その後回復
- 発芽生育数が少ない容器高さが低い●に特徴的な違いは見られない

⇒播種シート上の砂の厚さとアマモの発芽生育数の優劣に係り性は認められない

⇒本実験において播種シート上の砂の厚さはアマモの発芽にとって充分

垂下式アマモ場造成の実用性

水面から垂下された容器内でもアマモの発芽生育を確認

垂下式アマモ場造成の特徴

- 垂下された容器は潮汐に追随 ⇒ アマモには潮位の変動が作用しない
- 垂下された容器は波浪等で揺動

⇒ 海底で生育するアマモと環境的に大きく異なる
⇒ 実験の範囲では影響は機微

2020年に設置，2021年度も残置した実験カゴで種子の再生産を確認



垂下式アマモ場造成法においても
経年的に存在するアマモ場を造成できる可能性



まとめ

- 2019年秋に開始した実験では、すべての実験容器からアマモの発芽は確認できなかった。
- 2020年秋および2021年秋に開始した実験では、すべての実験容器からアマモが発芽生育し、本垂下式アマモ場造成法の実用可能性が示された。
- 2019年度実験の発芽不良の原因としては、2019年度の実験期間の水温は例年より高く、アマモの発芽適温まで低下しなかったことが主要因と考えられた。
- 2020年度および2021年度の実験期間の水温は例年並みに低下したため、アマモの発芽適温に達し、発芽が見られた。
- 水深別のアマモの発芽生育数と水中光量子の計測結果から、水中光量子が水面より平均的に49%に低下した水深1.0 mでは、まだアマモの成長に対し強光阻害が生じ、逆に水中光量子が水面の26%に低下した水深3.0 mでは、アマモの成長には光量が不十分と判断された。
- 2020年度に設置し、2021年度も残置した実験カゴでは2年目の株から種子が再生産され、本垂下式アマモ場造成法においても経年的なアマモ場造成の可能性が示された。