

2025年3月6日 JAA第5回水族館研究会

長期飼育実験による アマモ株の成長特性の解析

○海上智央, 細田将司, 関 茜, 神保一哉, 成木キラリ, 山下峻也, 五十棲楓 (足立区生物園)

はじめに | アマモ *Zostera marina* の現状



アマモ場再生の象徴: 横浜市海の公園



Jブルークレジット認証を受けた
大阪府阪南市のアマモ場

- 北半球の亜寒帯～温帯に広く分布
- 多年生および環境ストレス下で1年生の生活史を持つ
1年生: 宮城、静岡、三重、岡山、鹿児島で確認
- 1960年以降、全国で減少・消滅
⇒ 各地で再生・保全事業が進行中
- アマモ場再生・保全事業の経緯

1960年代～ 水産基盤整備・漁場再生

環境・海洋教育
1990年代～ 市民協働の再生・保全活動

近年ブルーカーボンの1つとして大注目

はじめに | アマモに迫る更なる脅威

●気候変動の影響

2100年のアマモ分布予測では**西日本**から**アマモ**が**消失**※1
⇒最も深刻な予測では、北海道および東北の一部以外は消失

●自然災害(台風・大雨・津波)による**生息地攪乱**

●アマモ**食害魚**(アイゴ・クロダイ等)の**増加**

●事例:分布南限域の天然アマモ場消失



東京湾奥で採集したアイゴ幼魚

・いつ近隣の**アマモ場**が**消失**してもおかしくない状況

・減少したアマモ場から採取することはフィールドを持たない園には**困難**

▲調査地の海底の様子。一面に裸地が続いていました。

▲アマモが繁茂していた最後の年(2014年)の様子。今年の様子との違いは一目瞭然です。

出典: モニタリングサイト1000 平成29年度アマモ場調査速報(環境省生物多様性センター) 鹿児島県指宿調査サイトより引用、一部改変
(http://www.biodic.go.jp/moni1000/findings/newsflash/pdf/amamoba_h29.pdf)

※1: 環境研究総合推進費終了報告書「海洋生態系における生物多様性損失の定量評価に関する研究part2」環境省2016

はじめに | アマモ育成の難しさ

●再生事業の成功率の低さ

- ・世界の海草再生1786事例を収集、解析(van Katwijkら2015)
- ・事例の半数はアマモの事例

⇒再生規模が大きいほど成功率が高まる

●移植後3年間の生存率は37%

●100株/種未満の移植後約2年間の生存率は22%

⇒再生に成功しても減少する時がある



横浜市海の公園で2021年5月に見られた大規模な白枯れ症状

●水族館におけるアマモ展示の現状

●アマモ展示25園館中8園館のみ増殖成功

(JAZA 2016年度宿題調査)

- ・毎月～数か月毎の移植で展示を維持

⇒同じ水槽でも数年間、繁茂する時もあれば

数ヶ月で枯死するときも

●アマモの増殖成功園館の育成状況

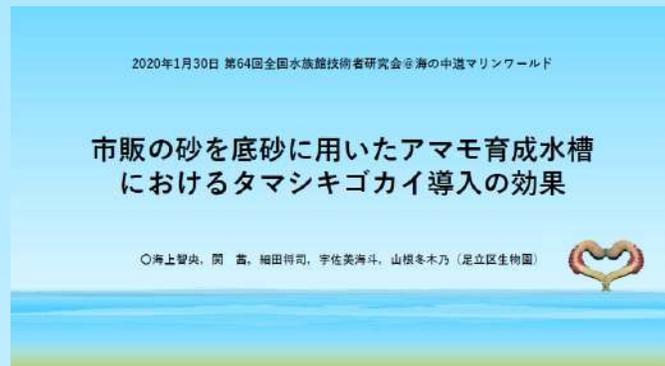
環境条件はバラバラ(水量、水深、水温、照明器具、W数、点灯時間、施肥)

⇒アマモに必要な環境条件が定量的に判断できない

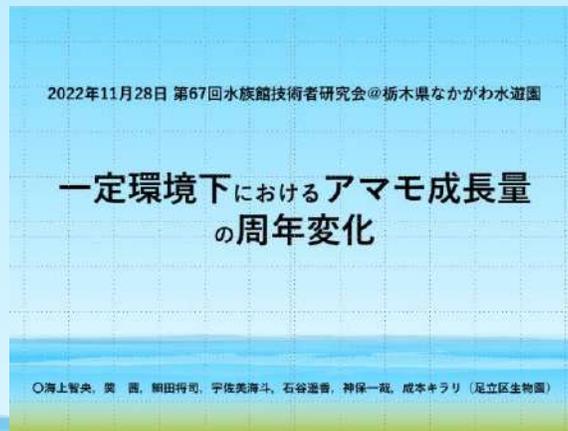
アマモの再生・飼育技術はまだ未確立

はじめに | アマモの飼育技術確立を目指して

野外採集に頼らない持続可能なアマモ飼育手法を確立する



- ・生態系エンジニアであるタマシキゴカイで底砂の攪拌・物質循環を促進
 - ・約1年間、アマモを移植せずに水槽内で繁茂成功(31株→92株)
 - ・アマモの分枝だけでなく開花も確認。そこから種子を採取し、発芽まで成功!
- ⇒株数の変化だけではアマモの成長を評価することは難しいことに気付く



- ・水槽内のアマモの成長を長期的に追った研究が少ないので、挑戦!
 - ・1年間、水槽内のアマモ群落の成長変動を測定し、成長リズムを確認
- ⇒株毎に成長差や変動があることに気付く

目的 | 一定環境下におけるアマモの“株の成長”を把握する



水槽の環境条件は1年を通して常に一定で変化がないように設定

水量：約750 L (148×69×H79 cm) 閉鎖循環式 換水200 L/週

生物：展示生物9種60個体 (アミメハギ等の魚類、マナマコ等のベントス)

水質：平均塩分31.4±1.1SD、平均水温16.8°C±0.5SD

施肥：なし

海水：人工海水 (RO水)

照明：人工照明のみ (LED照明：Kessil A360X Tuna SUN, 90W×2) 明期12時間 (7-19時)

造波：TUNZE Comline Wavebox 6214 稼働12時間 (7-19時)

底砂：市販の砂 (真砂土) を厚さ10 cmで使用

生物園はアマモ以外を全て人工物で構成

人工海水+人工照明+海砂不使用 (市販の真砂土のみ)+施肥なし

方法 | アマモの株毎の成長を3つの指標で測定

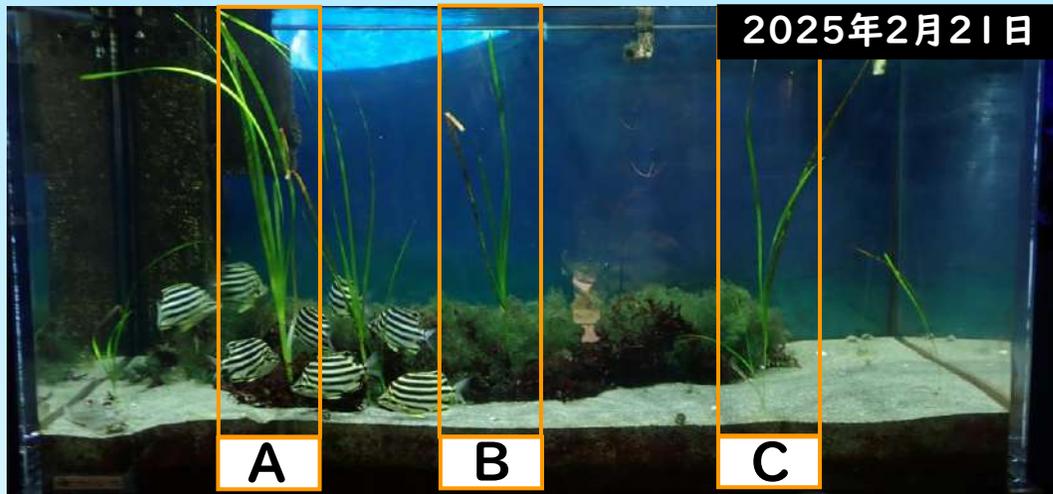


●測定期間

2023年1月9日～2025年1月27日(749日間)

●測定対象株

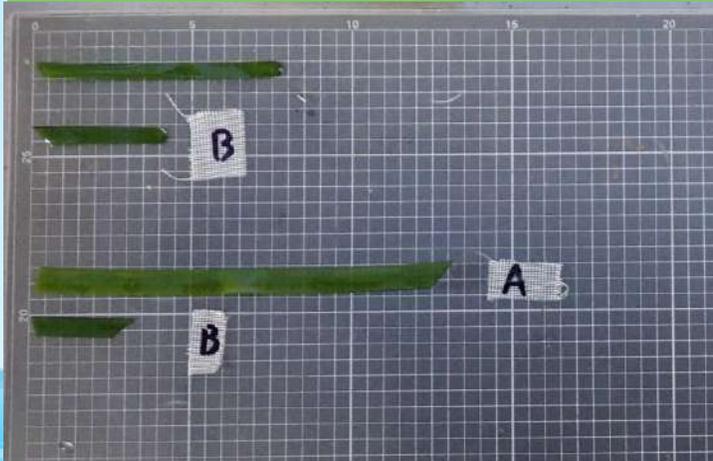
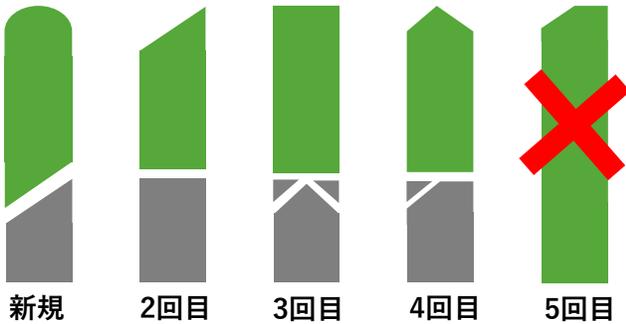
2021年5月21日に約30cmの背丈で導入した3株(A,B,C)
約2年間、水槽で馴致



方法 | アマモの株毎の成長を3つの指標で測定



葉先の切り分け例



詳細な成長を記録するために独自指標

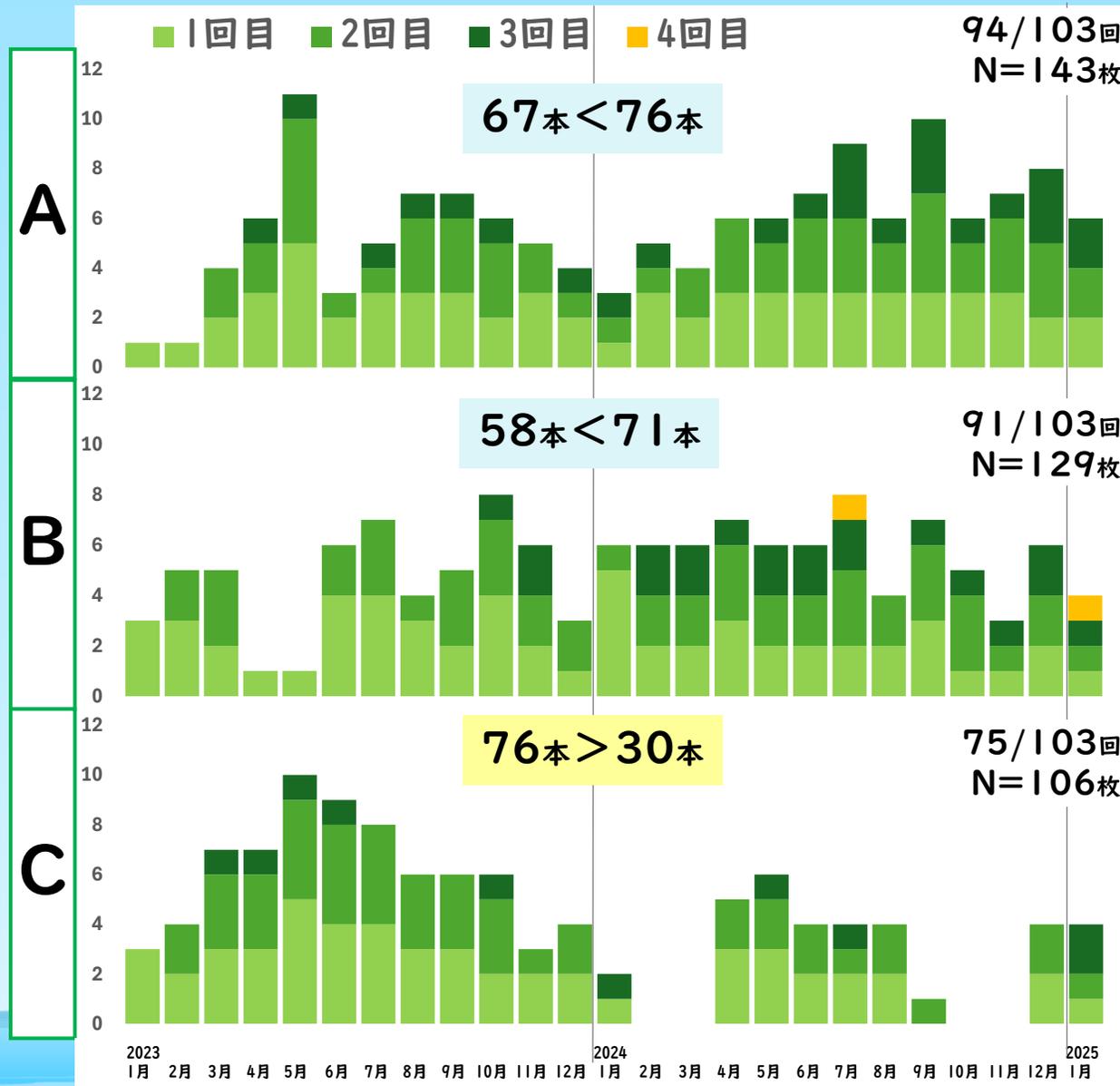
- ・水深以上の長さ^{に成長した葉}をトリミング(約1週間毎)
のべ103回(5日:1回、6日:9回、7日:75回、8日:11回、9日:1回、12日:1回、14日:5回)
- ・トリミング回数毎に葉先の形を変更し、葉の成長を追跡
⇒切り取った葉を0.5cm方眼シートに並べて撮影

①切り取った枚数:葉の成長頻度を評価

②葉長:測定期間中に成長した実測値

③成長速度(cm/日):測定期間に関係なく比較できる

結果 | アマモの成長の変化：月毎の切り取り枚数合計



・切り取り枚数では、**A株が最も成長した**

・A、B株は2024年が枚数多い

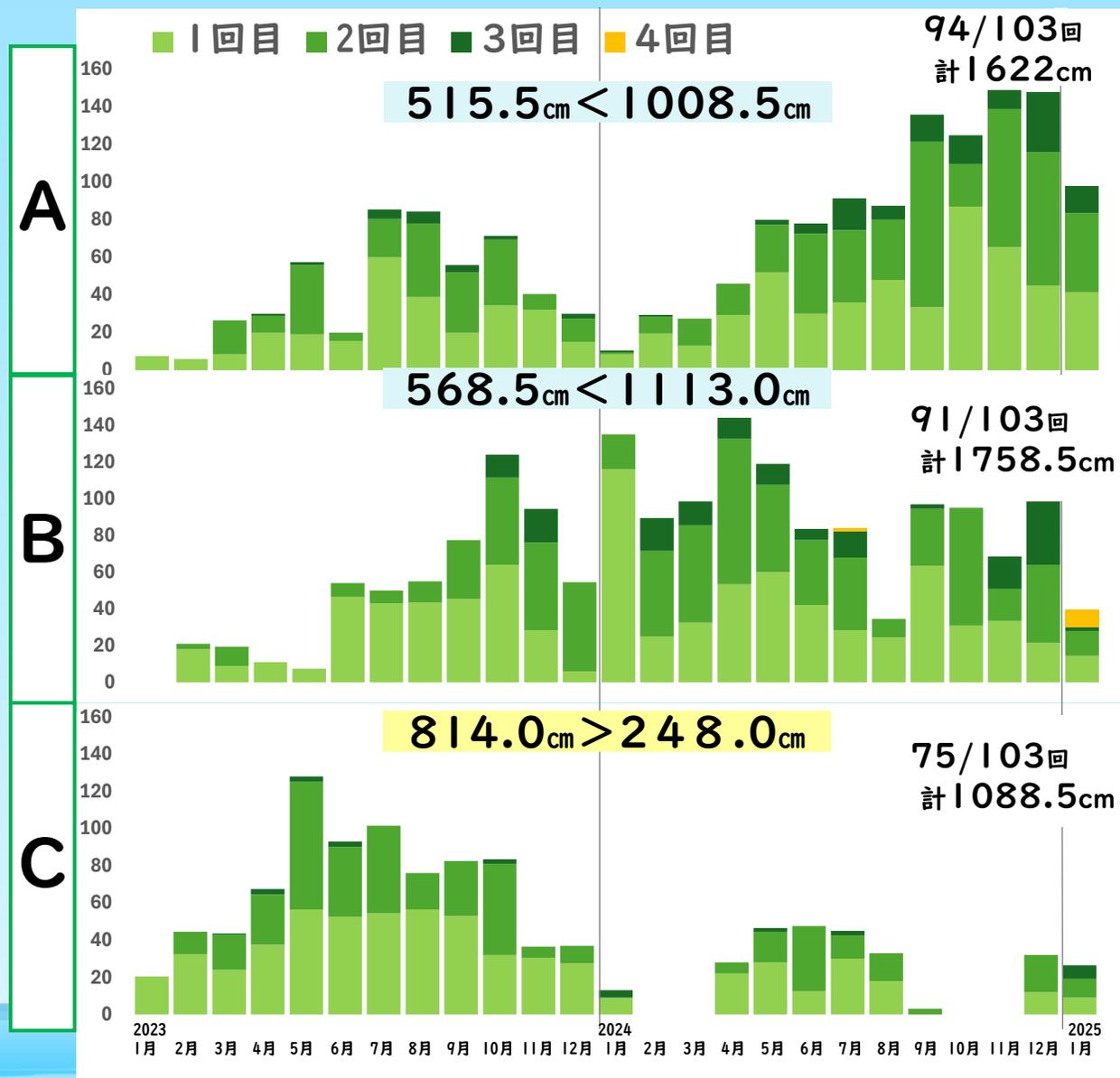
・C株は2023年が枚数多く、その枚数はA株と同じ

・B株のみ4回目のトリミング実施

少なくとも新葉が出てから5週間に渡って成長を続けた

同じ株でも2年の間、成長差が出ている

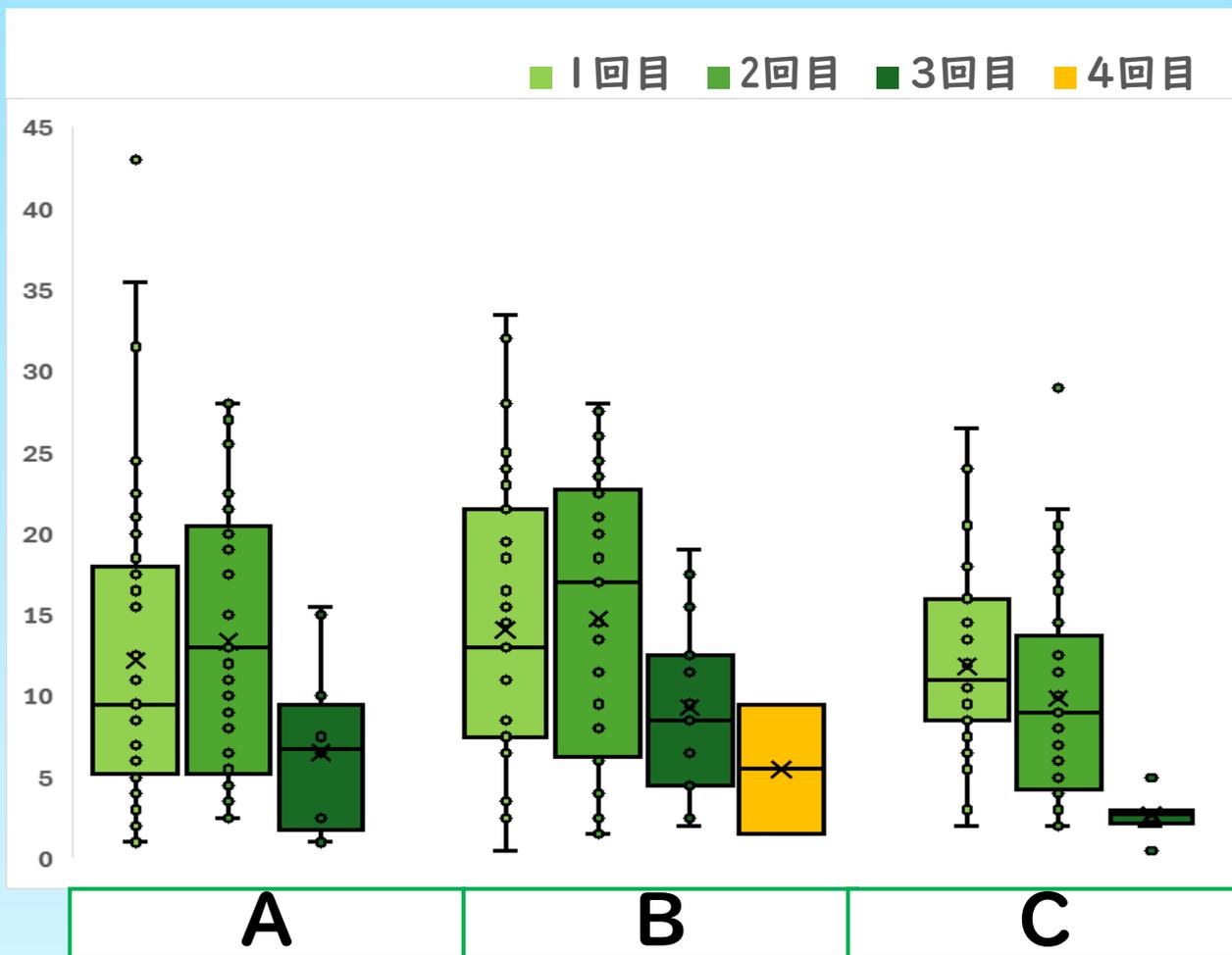
結果 | アマモの成長の変化：月毎の葉長合計



- ・葉長では、**B株が最も成長した**
- ・A、B株は2024年のほうが葉長が長い
- ・C株は2023年のほうが葉長が長い

最も葉長が長い時期は株毎に異なった

結果 | アマモの成長の変化：7日毎の葉長比較



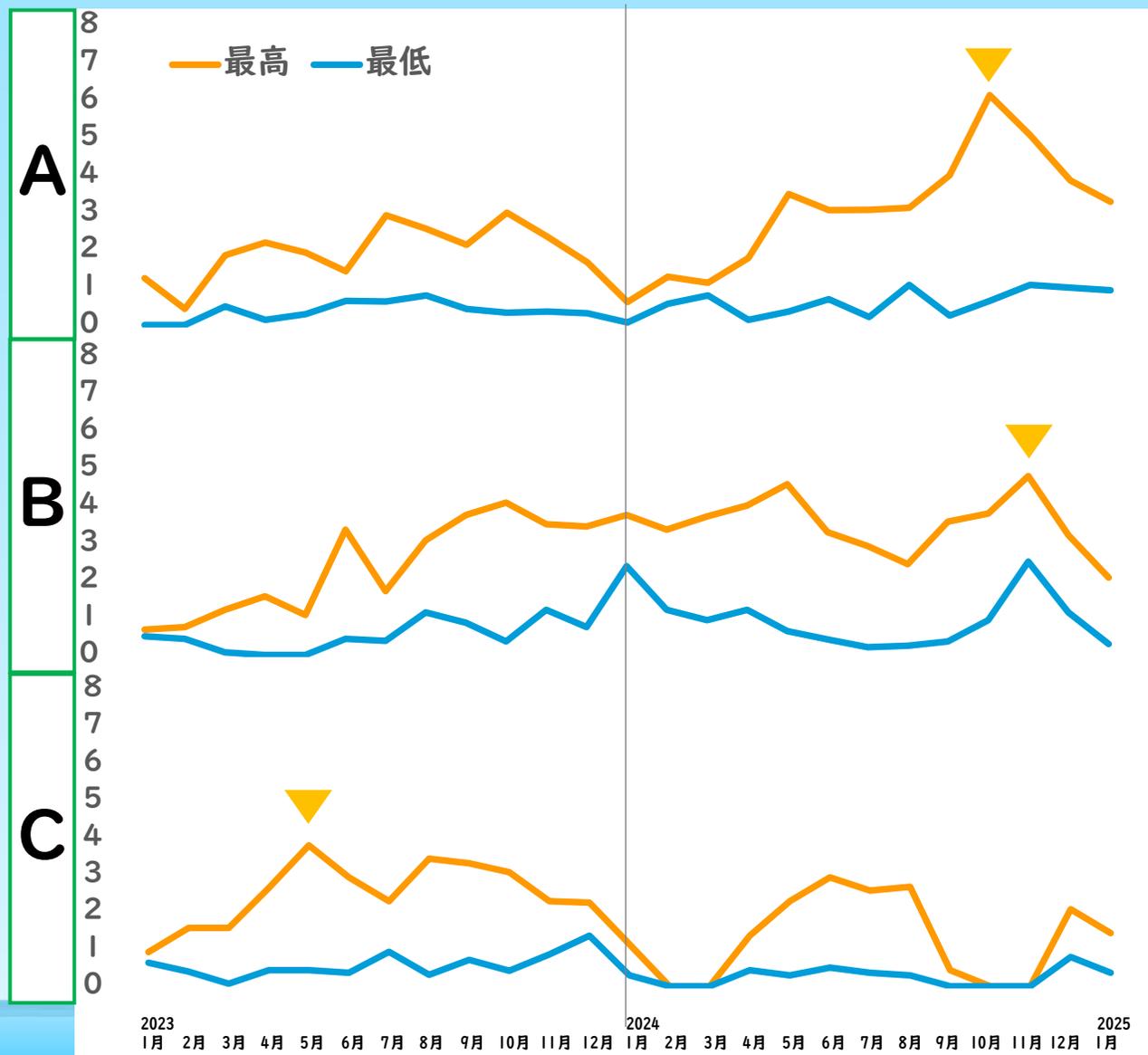
7日間隔のトリミングのみ比較 (75回277枚)

	最大	最小	平均
A	43.0 cm	1.0 cm	11.8±8.6 cm
B	33.5 cm	0.5 cm	13.4±8.3 cm
C	29.0 cm	0.5 cm	10.0±6.6 cm

- 最大葉長はA株だが、平均葉長はB株の方が大きい
- C株はほぼ3回目まで到達せず→葉寿命が短い

同環境で同じ測定間隔でも成長差が見られる

結果 | アマモの成長の変化：月毎の最大・最小成長速度の比較



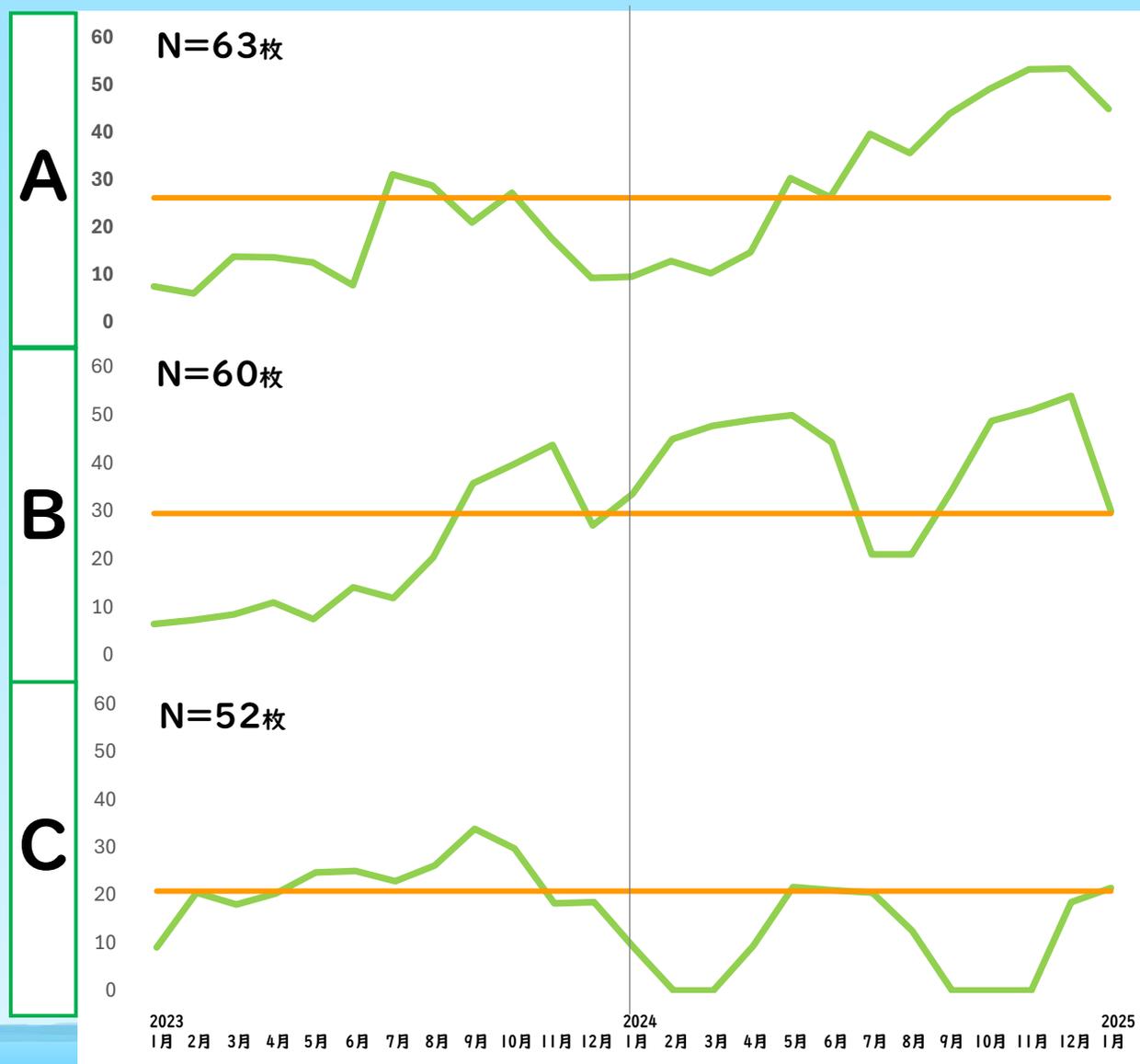
各株の最高値・最低値を比較

	最大	最小	平均
A	6.14 cm/日	0.07 cm/日	1.60±1.17 cm/日
B	4.79 cm/日	0.07 cm/日	1.86±1.19 cm/日
C	4.14 cm/日	0.07 cm/日	1.41±0.89 cm/日

・水槽のアマモは最大で1日6cm伸びる!

各株の成長速度の高い時期は異なった

結果 | アマモの成長の変化：葉の成長追跡



各株の葉の成長を追跡した

最大	最小	平均
A: 55.5 cm	5.5 cm	26.16 ± 15.21 cm
B: 56.5 cm	3.5 cm	29.49 ± 16.67 cm
C: 40.5 cm	3.0 cm	20.76 ± 9.17 cm

• 上記データに水槽水深 69 cm を足すと野外産と比較可能

• 野外のアマモの葉長は

• 神奈川県小田原湾 最大 133 cm (寺脇ら2003)

• 神奈川県海の公園 最大 150 cm 程度 (海上私信)

野外のアマモに比べるとやや葉長が低い

まとめ

アマモの株の成長を3つの指標で2年に渡って測定し、解析したところ

①同環境においても株毎に成長量と時期が異なった

②同じ株においても2年間で成長差が見られた

③本飼育方法で4年以上飼育できたが

野外のアマモと同等の葉の成長および

栄養繁殖や有性繁殖は、ほぼ見られなかった

➡ アマモ飼育の難しさ

➡ 2020年の実験では確認
底砂環境や施肥がポイント？

まとめ



ちなみにC株は各指標で最低値が多い



2020年の実験以外は株の減耗率が高い
底質の局所的な環境条件が原因と推察

本実験で設定した一定環境(水温、塩分、光量、水中栄養塩濃度)以外の

環境要因がアマモの成長を左右する可能性あり

お願い

野外採集に頼らない持続可能なアマモ飼育手法を確立する

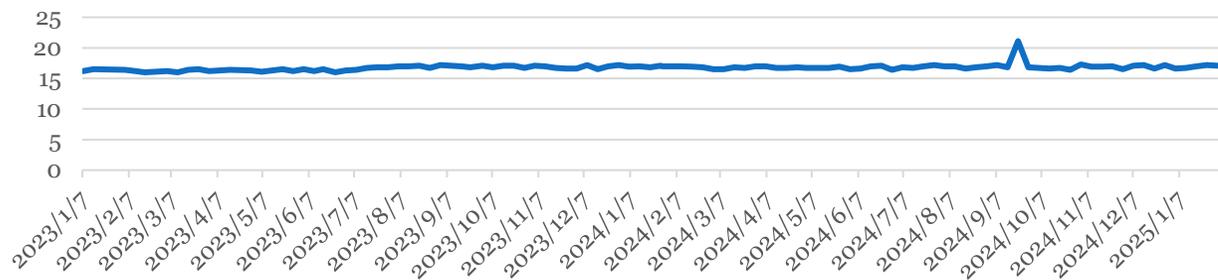
“アマモの飼育状況の情報を集めています!”

- ・野外の採集地の状況
- ・水槽底質中の状況、ベントスの有無、ゴカイの種類
- ・株の年齢 等々

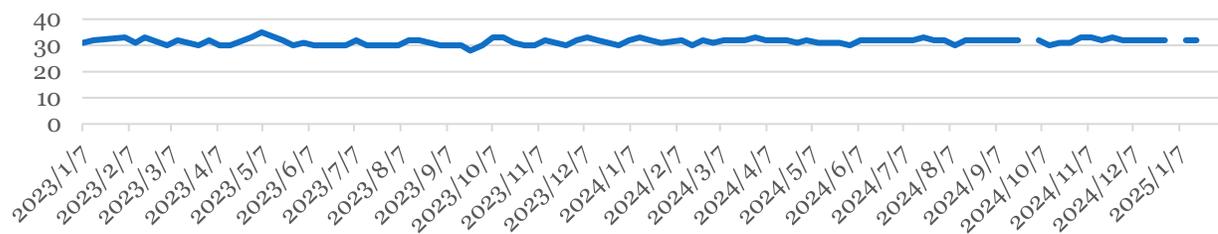
ご興味あれば海上まで

環境条件計測データ

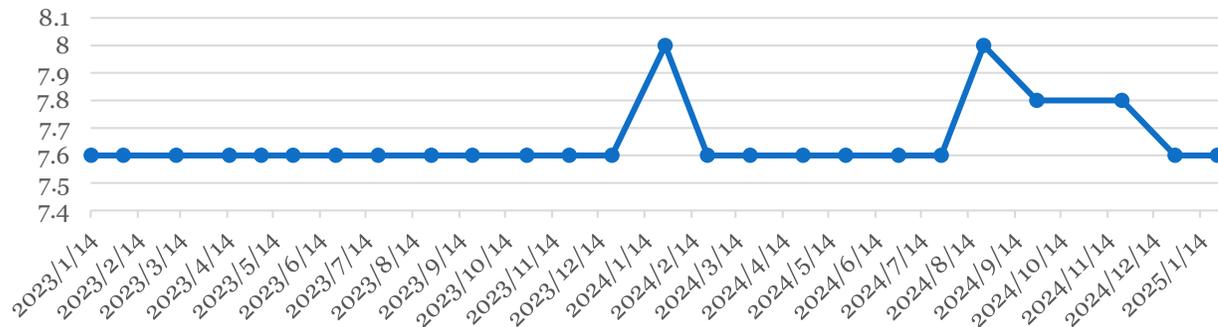
水温



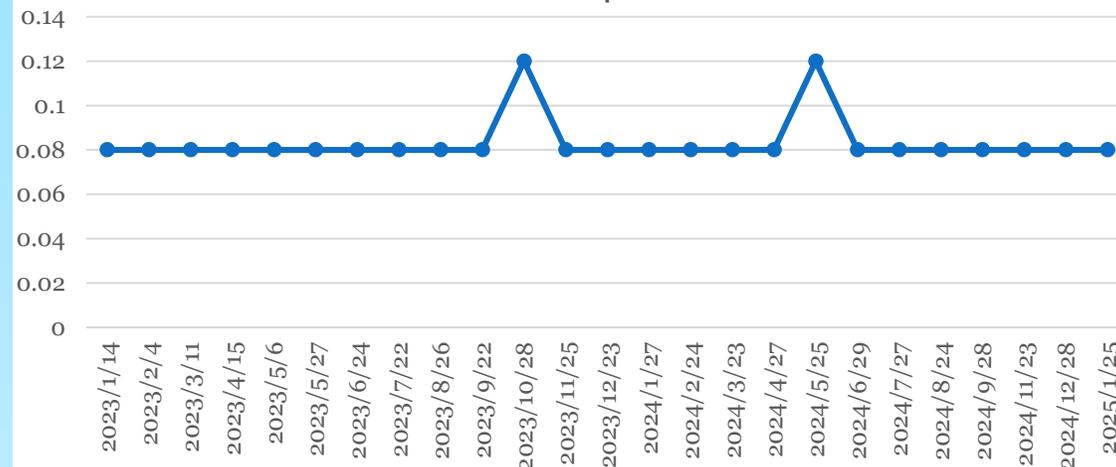
塩分



pH



PO4



NO3

