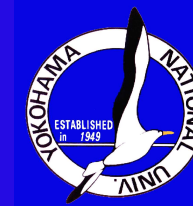


2011/3/2 FC-Expo



栽培海藻バイオマスを使用した 発酵法による水素生産の可能性について

横浜国立大学 教育人間科学部
谷生 重晴



なぜ海藻バイオマスか！

- 日本の自前のエネルギーを確保する
- 日本は海洋国家、専管水域は国土の12倍
- バイオマスはCO₂ニュートラルエネルギー
- バイオマスは大気中のCO₂を集めて太陽エネルギーを蓄積
- 使用時にCO₂を分離回収・貯留すれば、大気中のCO₂濃度を減ずることも可能
- 濃度減少は太陽発電、風力発電には無い強力な利点
- 水素は燃料電池の原料、近未来のエネルギー源
- 当今の電気自動車のエネルギーに使用すれば、本当の意味でCO₂排出削減

コンブは陸生バイオマスより生産性が高い

植物名	測定地	固定系	純生産量 [t/ha/yr]
ネピアグラス	プエルトリコ	C4	85.9
サトウキビ	ハワイ	C4	67.3
ソルガム	カリフォルニア	C4	46.6
トウモロコシ	イタリ	C3	34.0
トウモロコシ	塩原	C3	26.5
キャッサバ	ジャワ	C3	41.0
テンサイ	カリフォルニア	C3	42.4
テンサイ	札幌	C3	22.0
コンブ*	北海道羅臼	—	149

水分を含む重量

70%
約20t

栽培期間
12ヶ月

80%
約30t

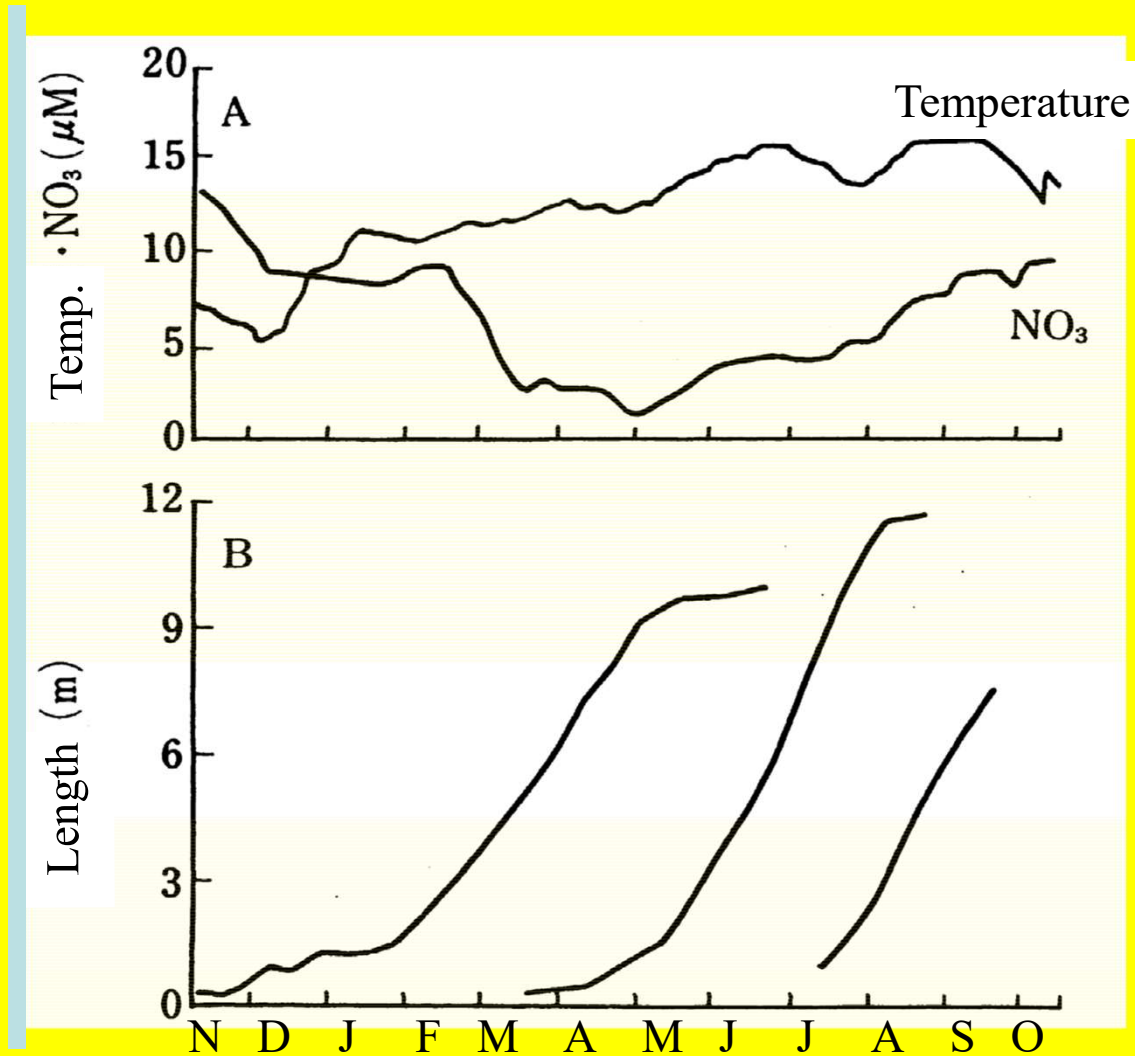
栽培期間
7ヶ月

村田吉男、植物の生産性、「バイオマス」生産と変換（上）、柴田/木谷編、学会出版センター

*農水省農林水産技術会議事務局編、バイオマス変換計画、1991年、光琳

海藻の収穫時期と収穫量

ジャイアントケルプ *Macrocystis angustifolia*

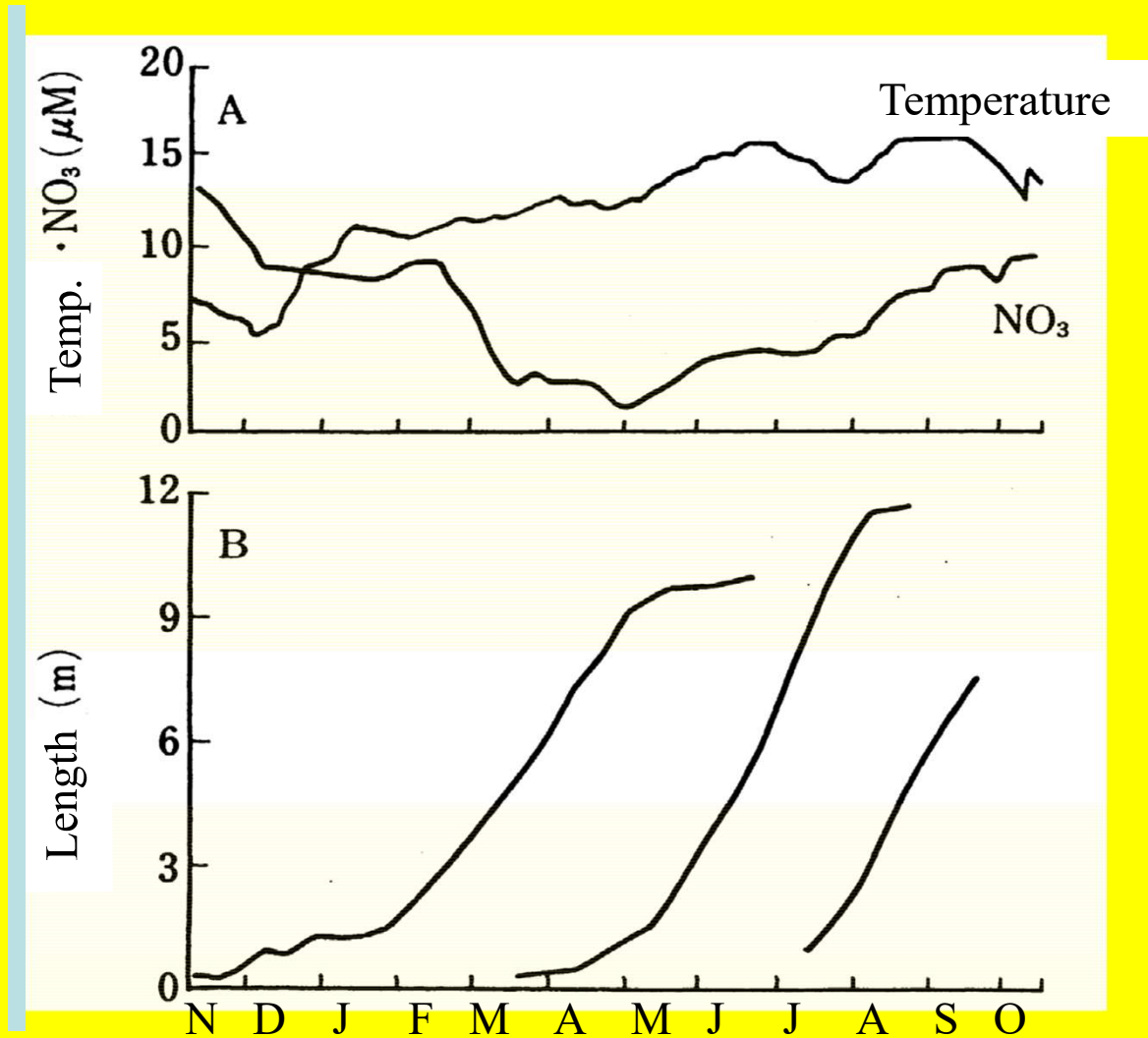


コンブとワカメ

	本養殖月	収穫月	収穫量 t/ha
羅臼 コンブ	3	8	140
三陸 ワカメ	10 ~ 11	3	100
鳴門 ワカメ		2 ~ 3	80

海藻の収穫時期と収穫量

ジャイアントケルプ *Macrocystis angustifolia*



Sanbonsuga et al., Conversion plan of biomas, p.329 (1991)

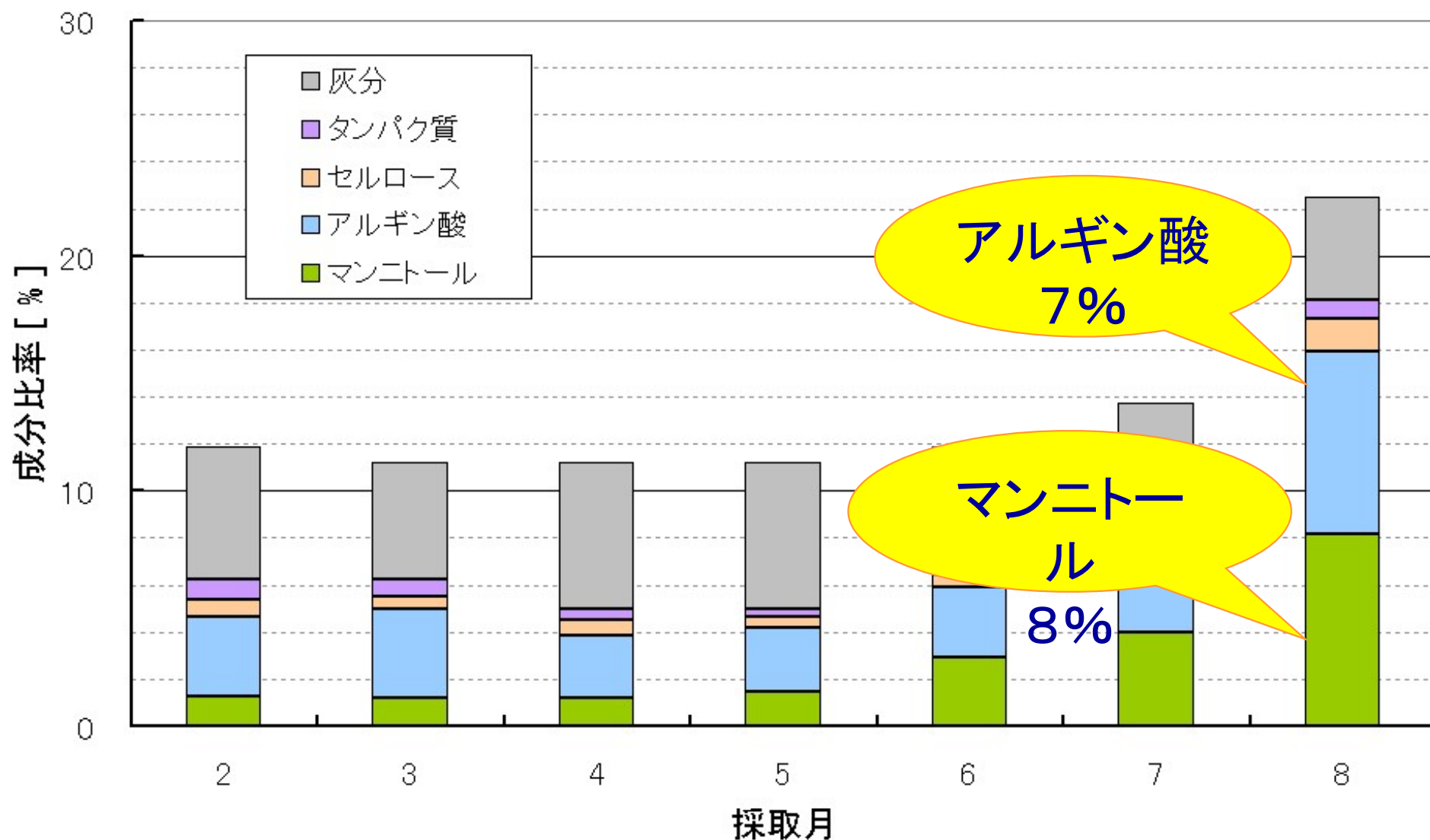
コンブとワカメ

	本養殖月	収穫月	収穫量 t/ha
羅臼 コンブ			140
三 ワカメ			100
鳴門 ワカメ		2 ~ 3	80

異作物が
年2回
収穫可能

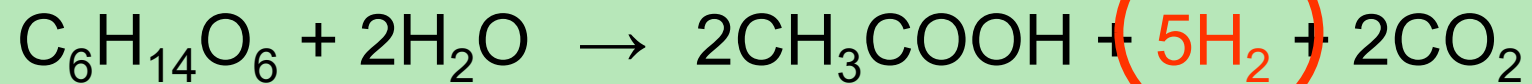
水工研技報 27, pp.61~80, 平17

コンブの月別マンニトール含有率

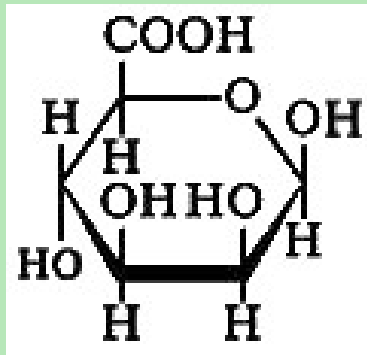
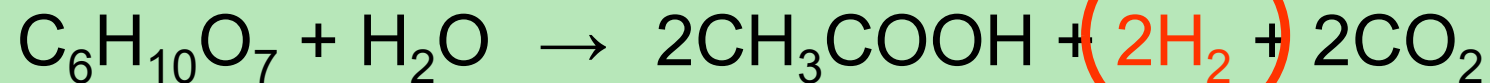


マンニトールとアルギン酸の理論最大水素収率

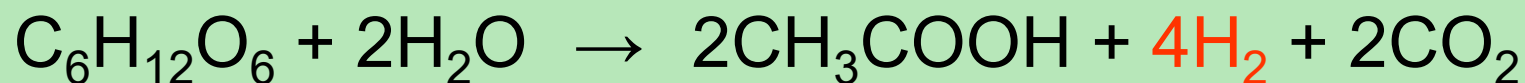
Mannitol



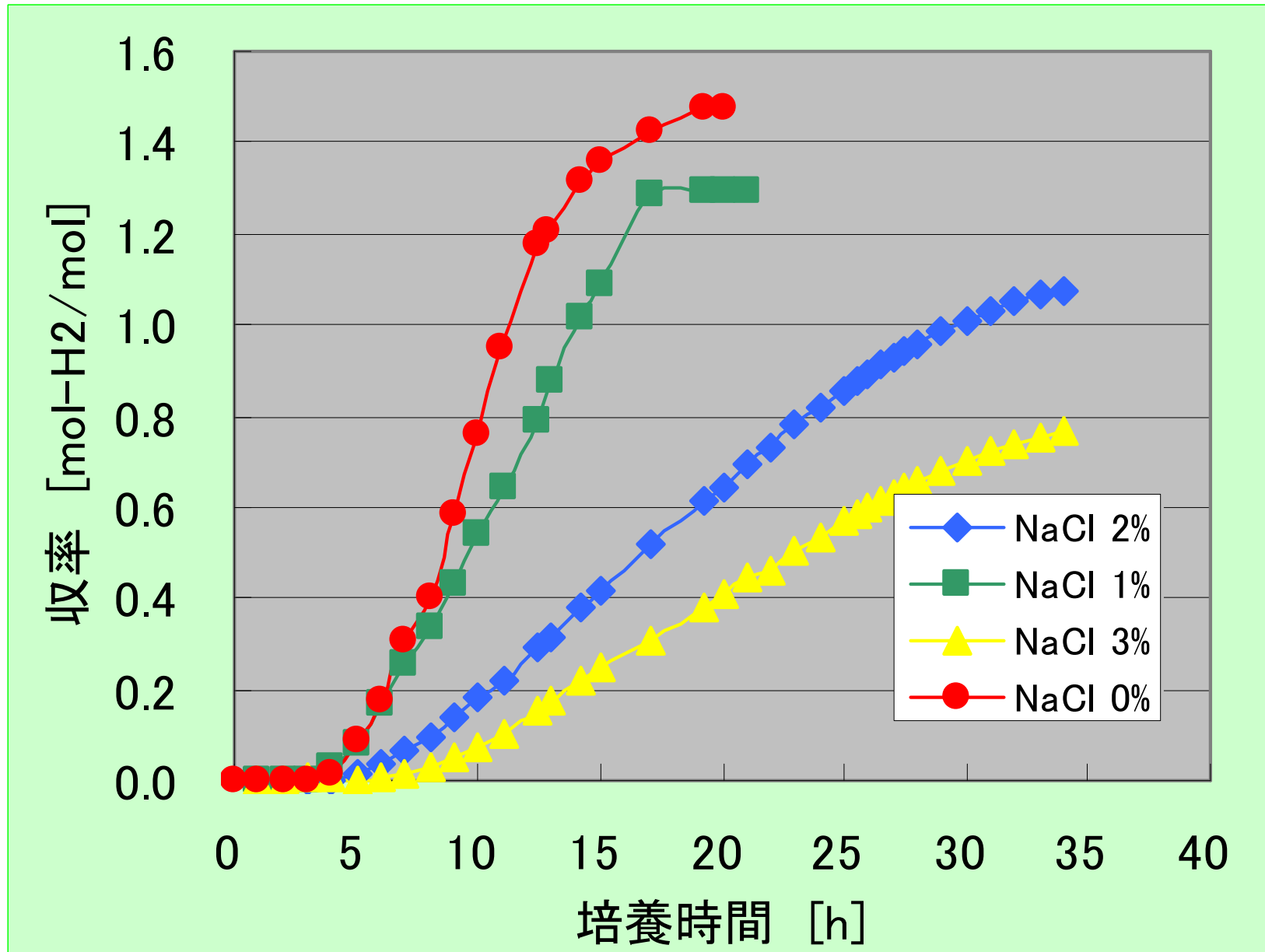
Alginic acid



Glucose



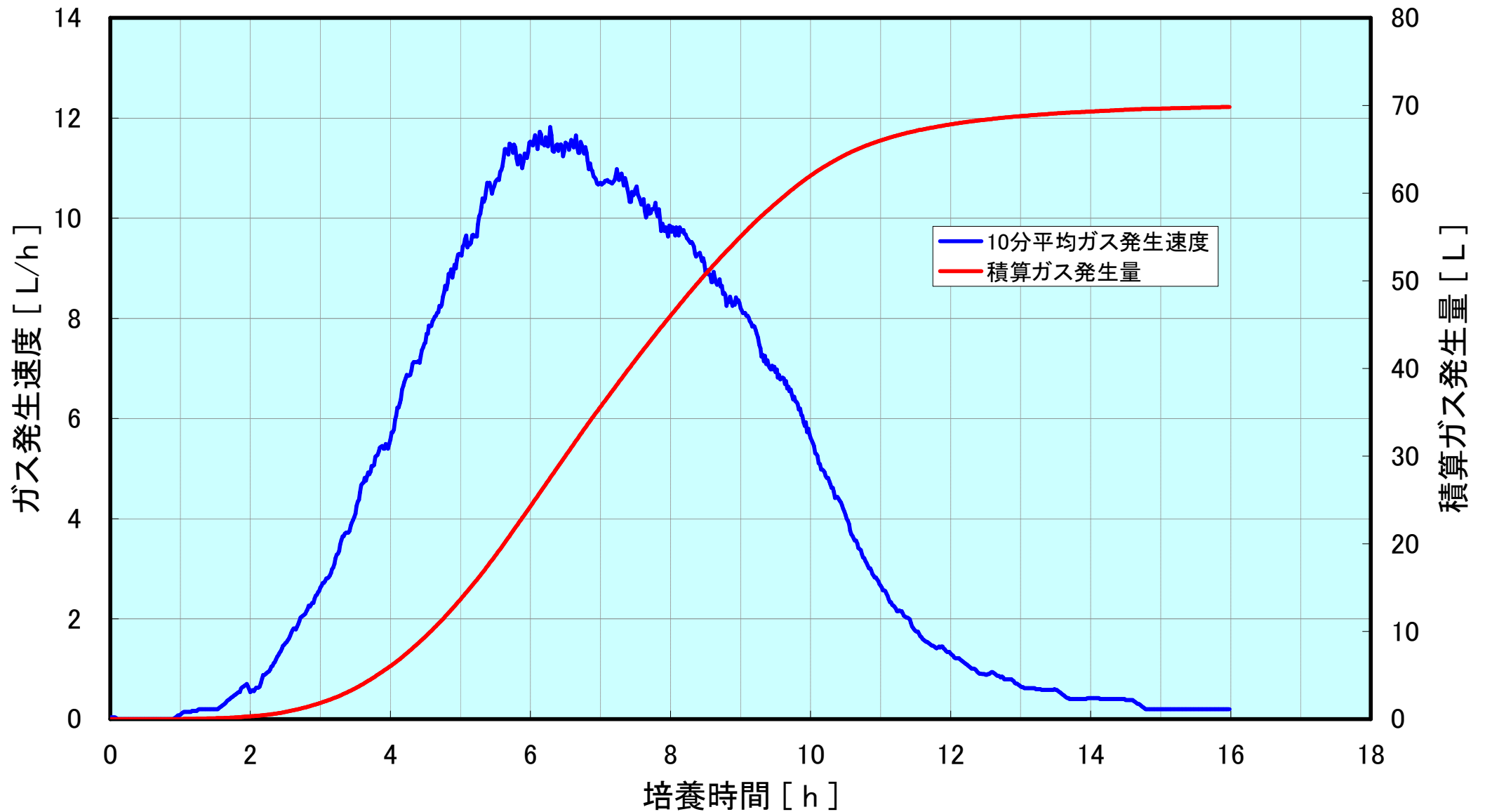
マンニトールを基質とした*E. aerogenes*の水素発生と塩濃度の影響



マンニトールからのガス発生 Man 1

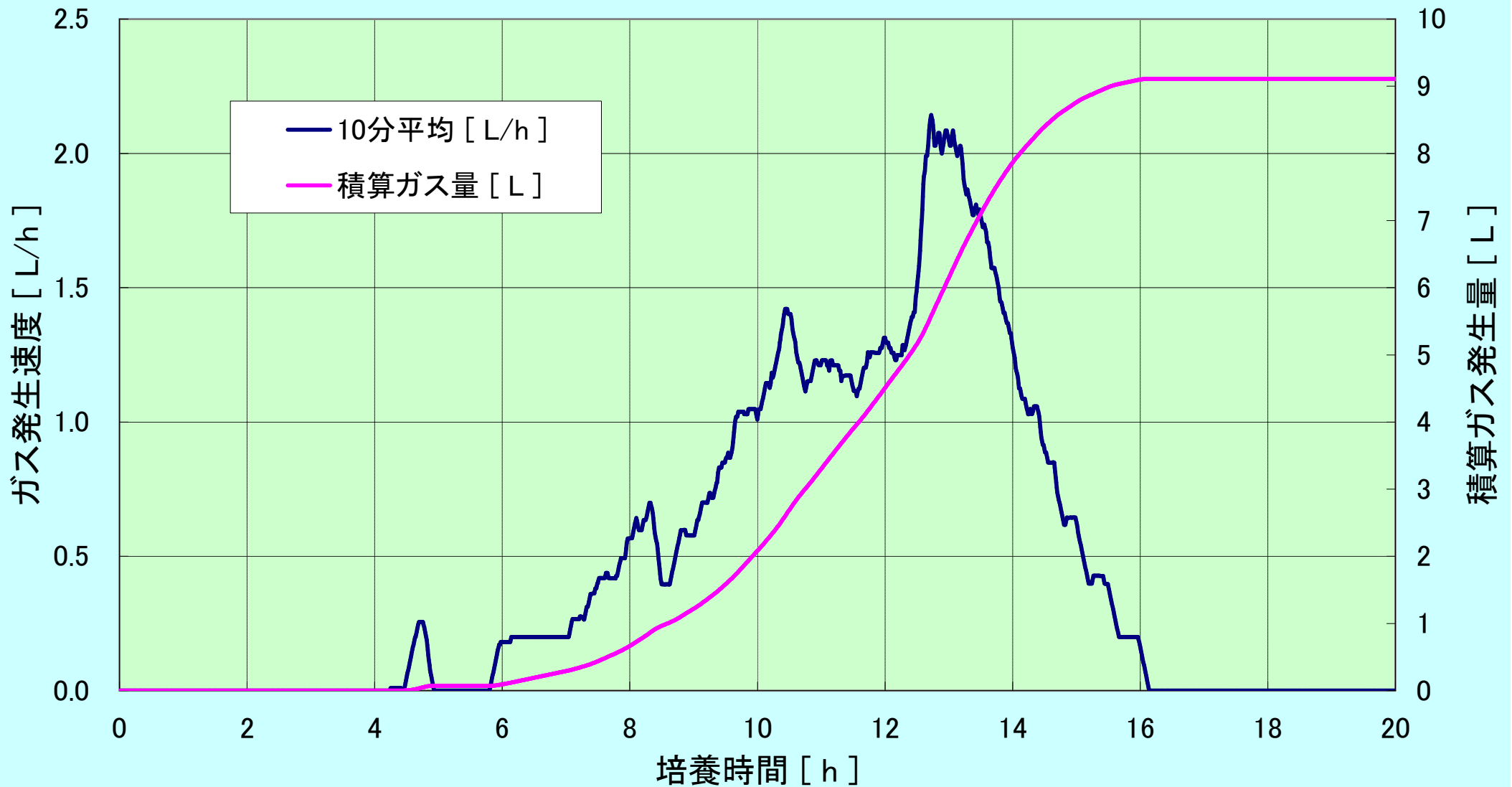
マンニトールからのガス発生 水素収率2.45

Man 1, 38.8°C, 5L YNU嫌気, 2%, pH5.90, 2010/08/11



アルギン酸分解水素発生 Alg 6

アルギン酸分解水素発生 2010/08/20
38°C、5L 培養液、Alg 6、水素収率 0.7



計算に当たっての仮定

- (1) 燃料電池出力：0.6 m³-H₂/kWh（純水素燃料電池の変換効率を47%と仮定）
- (2) 燃料電池価格：60kW出力が4M¥と仮定
- (3) 自家消費動力：10 kWh/ton-algae（攪拌、ポンプなどの動力として）
- (4) 売電価格：25 ¥/kWh（水素価格を41.7¥/m³と仮定）
- (5) プラント建設費：10 ton/dayの処理プラントを基準に、0.6乗で建設費が上昇すると仮定
- (6) プラント償却：10年間の均等償却とする

計算に当たっての仮定2

- (7) プラント稼働日数：300 day
- (8) プラント人件費：100t/dまで6M¥、1,000t/dでは18M¥、100～1000t/dまでは大きさに比例して増加すると仮定
- (9) CO₂削減量：発電効率30%のディーゼル発電機を使用する島嶼町村を仮定
- (10) CO₂クレジット：1,500 ¥/ton-CO₂と仮定
- (11) 海藻栽培網設置撤去：140 k¥/km（ワカメ栽培のデータを使用）
- (12) 年間収穫量：300 ton-wet/ha（3毛作を仮定）
- (13) 海藻購入単価：プラント償却費と人件費を売電収入から差し引き使用量海藻で除算

海藻水素生産の経済性付与のための改善策

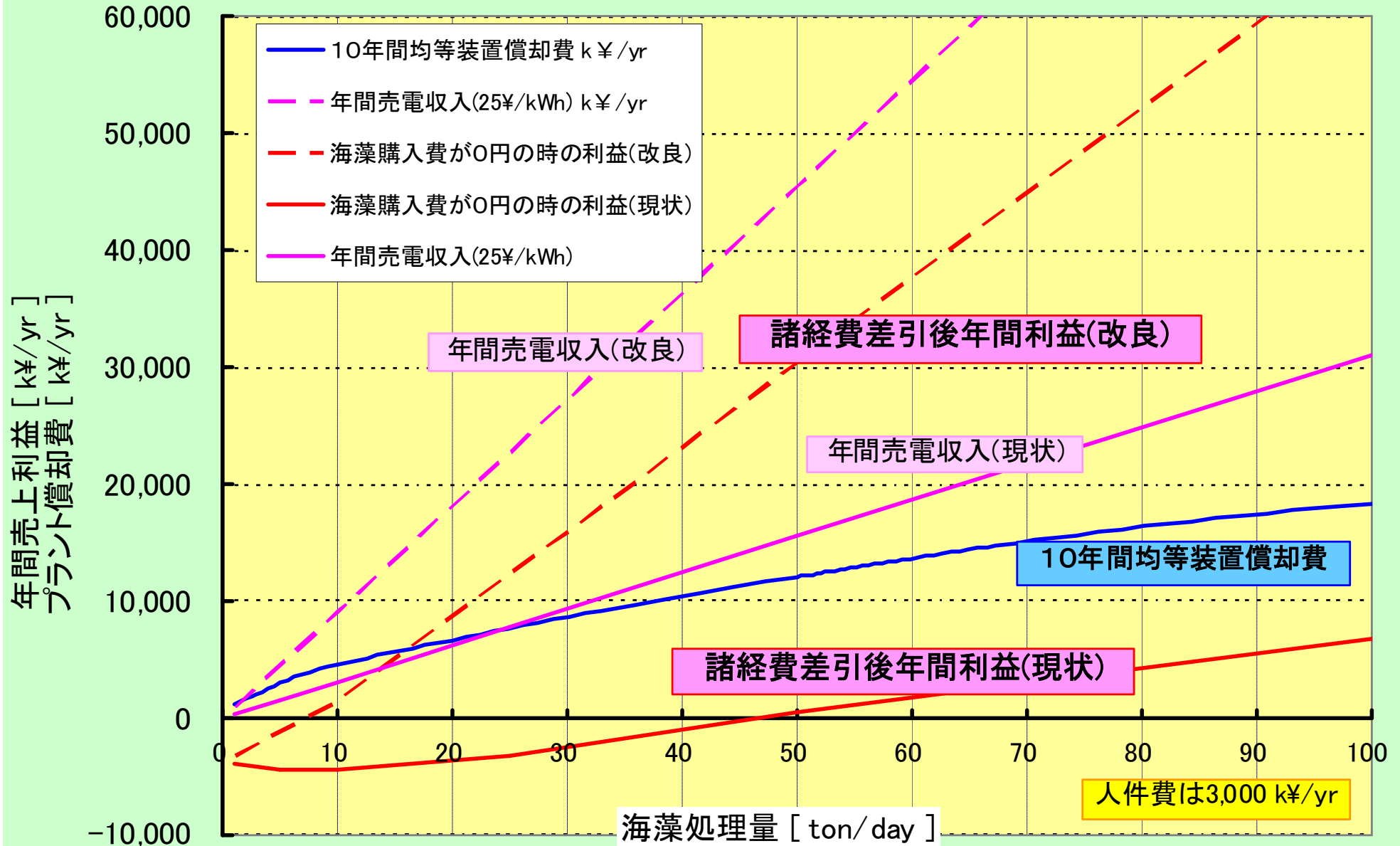
昆布の場合	現状の収率	収率改善	収量も改善	
海藻	100	100	100	ton-algae/d
マンニトール含率	8	8	14	%-mannitol
アルギン酸含率	7	7	7	%-alginate
燃料電池出力	0.6	0.5	0.5	m ³ -H ₂ /kWh
自家消費動力	10	10	10	kWh/ton-algae
水素収率(Mannitol)	2.5	3.8	3.8	mol/mol
水素収率(Alginate)	0.7	1.5	1.5	mol/mol
売電価格	25	25	25	¥/kWh
操業日数	300	300	300	day
水素生産量	925,552	1,523,371	2,365,217	m ³ /yr
発電量	1,542,587	3,046,741	4,730,434	kWh/yr
消費動力	1,000	1,000	1,000	kWh/d
売電可能量	1,242,587	2,746,741	4,430,434	kWh/yr
売電収入	31,065	68,669	110,761	k¥/yr
償却費(10年)	14,332	14,332	14,332	k¥/yr
プラント人件費	6,000	6,000	6,000	k¥/yr
配分可能額	10,733	48,337	90,429	k¥/yr
海藻単価	358	1,611	3,014	¥/ton
海藻購入費	10,733	48,337	90,429	k¥/yr
年間売上利益	0	0	0	k¥/yr
CO ₂ 削減量	1,393	2,752	4,272	ton-CO ₂ /yr
クレジット収入	2,090	4,127	6,408	k¥/yr

海藻水素生産の経済性付与のための改善策

昆布の場合	現状の収率	収率改善	収量も改善	
海藻	100	100	100	ton-algae/d
マンニトール含率	8	8	14	%-mannitol
アルギン酸含率	7	7	7	%-alginate
燃料電池出力	0.6	0.5	0.5	m ³ -H ₂ /kWh
自家消費動力	10	10	10	kWh/ton-algae
水素収率(Mannitol)	2.5	3.8	3.8	mol/mol
水素収率(Alginate)	0.7	1.5	1.5	mol/mol
売電価格	25	25	25	¥/kWh
操業日数	300	300	300	day
水素生産量	925,552	1,523,371	2,365,217	m ³ /yr
発電量	1,542,587	3,046,741	4,730,434	kWh/yr
消費動力	1,000	1,000	1,000	kWh/d
売電可能量	1,242,587	2,746,741	4,430,434	kWh/yr
売電収入	31,065	68,669	110,761	k¥/yr
償却費(10年)	14,332	14,332	14,332	k¥/yr
プラント人件費	6,000	6,000	6,000	k¥/yr
配分可能額	10,733	48,337	90,429	k¥/yr
海藻単価	358	1,611	3,014	¥/ton
海藻購入費	10,733	48,337	90,429	k¥/yr
年間売上利益	0	0	0	k¥/yr
CO ₂ 削減量	1,393	2,752	4,272	ton-CO ₂ /yr
クレジット収入	2,090	4,127	6,408	k¥/yr

海藻－水素生産の規模と採算性

現状収率での経済性と収率収量を改善した時の経済性比較



海士町の電力を 栽培海藻で賄うた めに必要な面積

(A)発酵プラント建設費 100t/d

発酵装置(100t/d)	119,432	k¥
脱硫、粗精製装置	7,962	k¥
燃料電池(600kW)	15,924	k¥
建設費	143,319	k¥

(B)100ton/d処理で可能な売電量

海藻生産量(コンブ)	145	ton/ha
海藻生産量(ワカメ)	100	ton/ha
必要栽培面積	122	ha/yr
水素生産量	2,365,217	m ³ /yr
燃料電池出力	0.5	m ³ -H ₂ /kWh
発電量	4,730,434	kWh/yr
消費動力	1,000	kWh/d
売電可能量	4,430,434	kWh/yr

(D)海士町の電力を水素発電した時に必要な栽培面

人口	2,400	人
世帯	1,100	軒
消費電力	10	kWh/d・軒
必要電力量	4,015,000	kWh/yr
炭酸ガス削減量	3,547	ton-CO ₂ /yr
必要海藻量	25,463	ton/yr
必要栽培面積	104	ha

■ 鳴門わかめ

● 基本データ

生産量: 7, 742トン

全国第3位

生産額: 1, 146百万円

経営体数: 359

※漁業・養殖業生産統計年

収穫期: 1月下旬~4月下旬
(最盛期は2~3月)

これと同量前後の
廃棄部分が発生

1日100ton処理で
約100日分

1経営体あたり
約300万円

どれくらいの経営体を賄えるか

海藻	100	100	100	ton-algae/d
マンニトール含率	8	8	14	%-mannitol
アルギン酸含率	7	7	7	%-alginate
燃料電池出力	0.6	0.5	0.5	m ³ -H ₂ /kWh
自家消費動力	10	10	10	kWh/ton-algae
水素収率(Mannitol)	2.5	3.8	3.8	mol/mol
水素収率(Alginate)	0.7	1.5	1.5	mol/mol
売電価格	25	25	25	¥/kWh
操業日数	300	300	300	day
水素生産量	925,552	1,523,371	2,365,217	m ³ /yr
発電量	1,542,587	3,046,741	4,730,434	kWh/yr
消費動力	1,000	1,000	1,000	kWh/yr
売電可能量	1,242,587	2,746,741	4,430,434	kWh/yr
売電収入	31,065	68,669	110,761	k¥/yr
償却費(10年)	14,332	14,332	14,332	k¥/yr
プラント人件費	6,000	6,000	6,000	k¥/yr
配分可能額	10,733	48,337	90,429	k¥/yr
海藻単価	358	1,611	3,014	¥/ton
海藻購入費	10,733	48,337	90,429	k¥/yr
年間売上利益	0	0	0	k¥/yr
CO ₂ 削減量	1,393	2,752	4,272	ton-CO ₂ /yr
クレジット収入	2,090	4,127	6,408	k¥/yr

1経営体あたり
600万円なら
15経営体

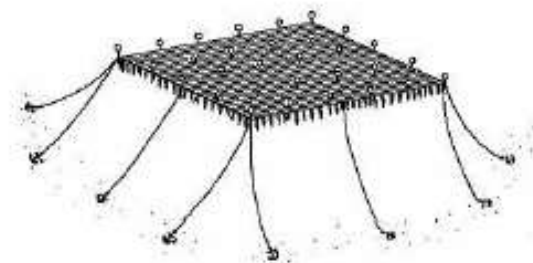
● 鳴門わかめの養殖ロープ 全部つなげると四国一周

鳴門わかめが養殖されている養殖ロープを全部つなげると1,048km！
なんと、四国をぐるり一周してしまうくらい長いんです！



徳島県水産課
徳島県水産研究所

鳴門わかめ養殖風景



養殖セット

平成17年の統計による

ワカメの陸揚げ作業

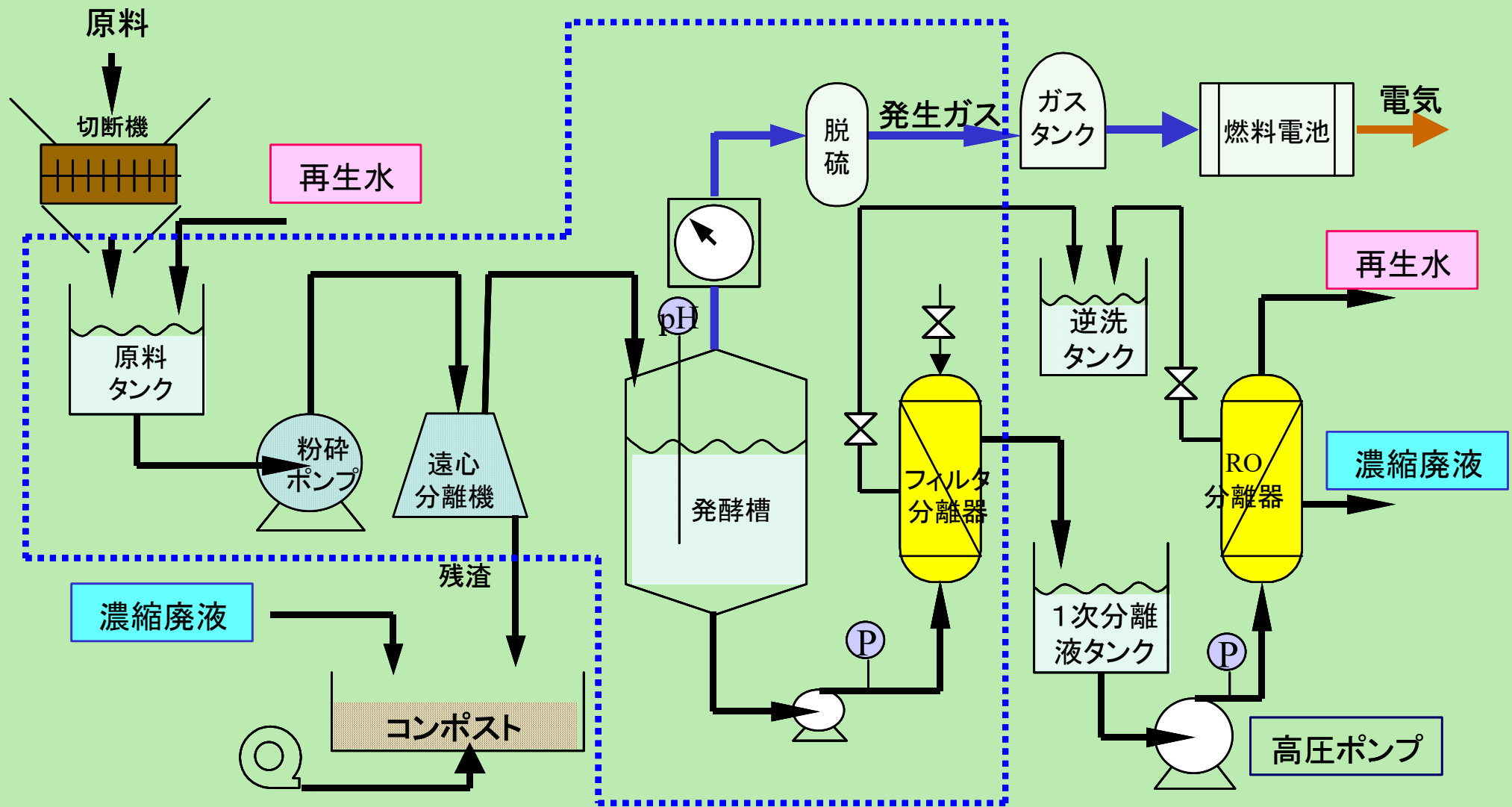


2011/2/14 9:08

ワカメの陸揚げ、切り落とし、刮ぎ落とし作業

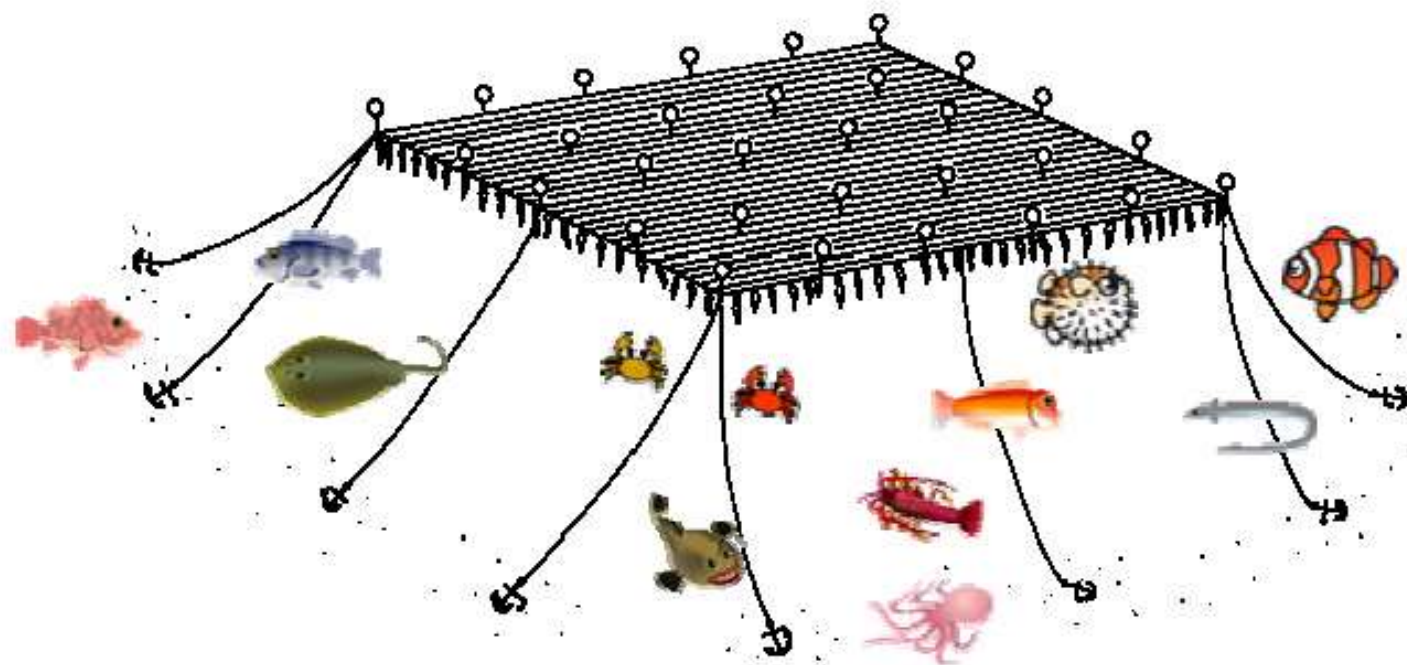


二段膜分離式廃液再生利用プラント



● わかめ養殖イカダは 魚たちのエサ場、隠れ家

わかめの密生した養殖イカダには、陸上の森と同じように様々な機能があります。そのひとつが、魚たちのエサ場や絶好の隠れ家になっていることです。わかめ養殖が終了し、養殖イカダを撤去すると、そこでは多くの魚が獲れるそうです。また、草木と同様に、わかめにも、地球温暖化の原因となる二酸化炭素などを吸収する働きがあります。



メカブなど廃棄部分

