

アマモの糖質について

西原 あき子・高野 克夫・草間 正夫

(平成元年 9 月 26 日受理)

A Study on the Carbohydrates of *Zostera Marina* L.*

Akino NISHIHARA, Katuo TAKANO and Masao KUSAMA

(Received September 26, 1989)

海水産顕花植物であるアマモ *Zostera marina* L. の生態についての報告があり¹⁻²⁾、著者の一人らはアマモの細胞膜成分について調べている。³⁾ また、鳥羽水族館から三重大学水産学部水産生物化学教室に依頼して得られたアマモの成分分析の結果では、第 1 表のようにその成分を明らかにしている。

鳥羽水族館では、ジュゴンの人工飼育にアマモを飼料として用い好成績を納め、また一方では家畜の飼料としてのアマモの研究がある。^{4)~5)} このようなことをベースにして、アマモの有効利用を考え、その成分等を追求してきた。その結果、糖質についての 2~3 の知見を得たのでここに報告する。

第 1 表 アマモの成分 (100 g 中)

成分	水分 g	蛋白質 g	脂質 g	炭水化物		灰分 g	無機質	
				糖質 g	繊維 g		カルシウム mg	鉄 mg
含有量	89.12	1.87	0.52	2.40	3.35	2.74	18.33	3.22

(成分名の表示一部変更)

実験方法

1. 試料

試料として用いたアマモは次のとおりである。

- (1) 三重県鳥羽、鳥羽水族館近辺の浅海に自生していたアマモ。
- (2) 神奈川県油壺湾、東京大学臨海実験所近辺の浅海に自生していたアマモ。

2. 糖質の分析

- (1) ブドウ糖、果糖、蔗糖の確認

ペーパークロマトグラフィーにより、アマモの根、葉、

*eelgrass

種実中のブドウ糖、果糖、蔗糖の存否を確認した。

a. 試料溶液の調製

採取したアマモ (鳥羽で採取のものは 2~3 日、油壺湾で採取のものは 1 日後) の根、葉、種実それぞれに、水を加えて磨砕、抽出液を得、トルエンを加えて冷蔵。試料溶液とした。

b. 展開

n-ブタノール：氷酢酸：水=4：1：2 を展開液とし、東洋濾紙 Na50 (60×60cm) を用い、試料溶液を添付し、一次元上昇法で 16~18 時間展開した。

なお、基準溶液は、ブドウ糖、果糖、蔗糖のそれぞれ 2% 水溶液を用いた。

c. 確認

アセトン硝酸銀溶液、レゾルシン試薬、ベンチジン試薬を用い、それぞれの試料の展開濾紙について、ブドウ糖、果糖、蔗糖の存否を確認した。

(2) 還元糖の定量

アマモの根、葉、種実中の還元糖含量をソモギー法で測定した。即ち、ソモギー試薬 5 ml に水 4 ml、上記試料溶液 1 ml を混合し、常法により、それぞれの還元糖含量を測定した。

(3) ヨウ素デンプン反応の確認

アマモの根、葉、種実別に水を加えて磨砕し、残渣を除き、光学顕微鏡により、ヨウ素デンプン反応を観察した。

3. 種実の組織学的検索

(1) 試料の処理

アマモの完熟種実 (第 1 図) を常温で水に 3 日間浸漬、沸騰水に 10 分間浸漬、ホルマリン固定 (10% 中性緩衝液ホルマリン液に 1 日浸漬後、水洗い、アルコール系

列で脱水，キシロール，キシロパラフィンに通す)した
後，パラフィンに包埋，マイクロームで薄切した。

(2) 染色

上記標本について，脱パラフィンの後，つぎの染色を
した。

a. ヘマトキシリン・エオジン染色 (H・E染色)

b. 過ヨウ素酸シッフ染色 (PAS染色)

アミラーゼを作用させないものと作用させたもの
について，過ヨウ素酸シッフ染色を行った。なお，
アミラーゼはだ液を濾過して用い，だ液 4 mlに pH
7.0 リン酸緩衝液 1 ml混合し，37℃で30分間作用さ
せた。

(3) 顕微鏡による検索

上記の染色標本について，光学顕微鏡により検索し
た。

実験結果

1. ブドウ糖，果糖，蔗糖の確認

アマモの根，葉，種実について，ペーパークロマトグ
ラフィーにより，ブドウ糖，果糖，蔗糖の存否を，採取
地，採取月日別に確認した結果を示すと第2表のとおり
である。

第2表 ペーパークロマトグラフィーによるブドウ糖，
果糖，蔗糖の確認

(1) 根

a. 神奈川県油壺湾で採取の試料

月 日	発色法	ブドウ糖	果糖	蔗糖	備 考
3月6日	①	×	○	○	
	②		○	○	
	③	×		○	
4月6日	①	×	○	○	
	②		○	○	
	③	△		○	
5月8日	①	△	○	○	花が咲き始めた。
	②		○	○	
	③	○		○	
6月2日	①	○	○	○	花が終わり実がつき始め た。実についてヨウ素デ ンブリン反応があった。
	②		○	○	
	③	○		○	
7月7日	①	○	○	○	実は完熟している。
	②		○	○	
	③	○		○	
11月15日	①	△	○	○	背が低くなった。
	②		○	○	
	③	△		○	

b. 三重県鳥羽で採取の試料

月 日	発色法	ブドウ糖	果糖	蔗糖	備 考
5月9日	①	△	○	○	早いものでは実がつき始 めた。 花が咲いている。
	②		○	○	
	③	×		○	
5月22日	①	○	○	○	花が終わり実がつき始め た。
	②		○	○	
	③	○		○	
5月25日	①	○	○	○	実についてヨウ素デンブ リン反応があった。
	②		○	○	
	③	○		○	
6月8日	①	○	○	○	実は完熟し始めた。
	②		○	○	
	③	○		○	
12月6日	①	○	○	○	背が低くなった。
	②		○	○	
	③	△		○	

○ はっきりとスポットが出たもの ① デアセトン硝酸銀溶液
× スポットが出ないもの ② レゾルシン試薬
△ うっすらとスポットが出たもの ③ ペンチジン試薬

(2) 葉

a. 神奈川県油壺湾で採取の試料

月 日	発色法	ブドウ糖	果糖	蔗糖	備 考
3月6日	①	×	○	○	
	②		○	○	
	③	×		○	
4月6日	①	△	○	○	
	②			○	
	③	×		○	
5月8日	①	○	○	○	花が咲き始めた。
	②		△	○	
	③	△		○	
6月2日	①	○	○	○	花が終わり実がつき始め た。実についてヨウ素デ ンブリン反応があった。
	②		○	○	
	③	○		○	
7月7日	①	○	○	○	
	②		○	○	
	③	○		○	
11月15日	①	○	△	○	背が低くなった。
	②		×	○	
	③	○		○	

即ち，

- a. ブドウ糖の存在は，根，葉では開花期から種実の
完熟期に認められ，他の時期には認められなかった。
b. 果糖の存在は，根，葉では認められ，種実では認
められなかった。
c. 蔗糖の存在は，根，葉では認められ，種実では熟
度が進むと認められた。

アマモの糖質について

b. 三重県鳥羽で採取の試料

月 日	発色法	ブドウ糖	果糖	蔗糖	備 考
5月9日	①	○	○	○	早いものでは実がつき始
	②		△	○	めた。
	③	△		○	花が咲いている。
5月22日	①	○	○	○	花が終わり実がつき始め
	②		△	○	た。
	③	○		○	
5月25日	①	○	○	○	実についてヨウ素デンプ
	②		○	○	ン反応があった。
	③	○		○	
6月8日	①	○	○	○	実是完全しはじめた。
	②		○	○	
	③	○		○	
12月6日	①	○	○	○	背が低くなった。
	②		△	○	
	③	○		○	

○ はっきりとスポットが出たもの ① アセトン硝酸銀溶液
× スポットが出ないもの ② レゾルシン試薬
△ うっすらとスポットが出たもの ③ ベンチジン試薬

(3) 実, 花

a. 神奈川県油壺湾で採取の試料
測定しなかった。

b. 三重県鳥羽で採取の試料

月 日	発色方法	ブドウ糖	果糖	蔗糖	備 考
5月9日	①	×	×	×	花の咲く前のもの
	②		×	×	
	③	×		×	
5月9日	①	×	×	×	花
	②		×	×	
	③	×		×	
5月22日	①	×	×	○	実が少ないので花と実を一緒にした。
	②		×	○	
	③	×		○	
6月8日	①	△	×	○	実についてヨウ素デンプン反応があった。
	②		×	○	
	③	△		○	

○ はっきりとスポットが出たもの ① アセトン硝酸銀溶液
× スポットが出ないもの ② レゾルシン試薬
△ うっすらとスポットが出たもの ③ ベンチジン試薬

2. 還元糖の定量結果

アマモの根, 葉, 種実について, 還元糖の定量結果を採取地, 採取月日別に示すと第3表のとおりである。

(1) アマモの風乾物は, 生材料 1 g あたり 0.1438 g 生成した。

(2) 種実は未熟なものでは測定できたが, 熟度が進むと, 根, 葉と同一の方法での測定はできなかった。

このことから, 根には葉よりも多くの還元糖を含む

ことがわかった。

3. ヨウ素デンプン反応の確認

根, 葉, 花ではヨウ素デンプン反応が認められず, 種実ではヨウ素デンプン反応が認められた。6月8日採取の鳥羽産アマモの完全種実に含まれているヨウ素デンプン反応陽性物質粒とジャガイモデンプン粒の光学顕微鏡による観察を比較すると第2図のとおりである。

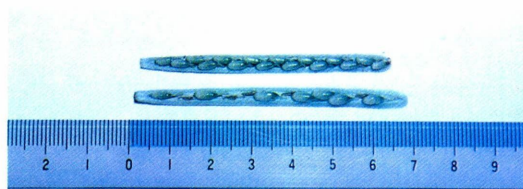
4. 種実の組織学的検索

第3表 アマモの還元糖含量(ソモギー法)

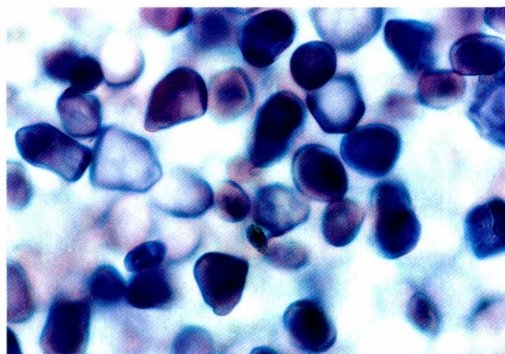
採取日	部位	鳥 羽 産 ア マ モ		油 壺 産 ア マ モ	
		還 元 糖 mg (生材料 1 g 中)	還 元 糖 mg (乾燥材料 1 g 中)	還 元 糖 mg (生材料 1 g 中)	還 元 糖 mg (乾燥材料 1 g 中)
6月8日	葉	2.26	0.3250		
	根	1.09	0.1567		
	実	0.30	0.0431		
7月4日	葉			21300	0.3062
	根			1.4500	0.2085
11月5日	根			1.332	0.1915
	葉			1.134	0.1630
12月5日	根	1.194	0.1716		
	葉	1.041	0.1450		

アマモの種実とその光学顕微鏡による組織図を示すと第1～5図のとおりである。

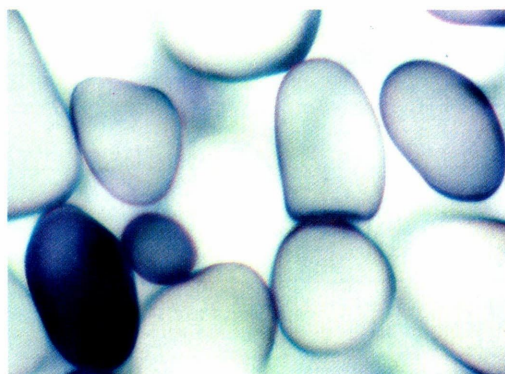
なお、胞体内の過ヨウ素酸シッフ染色での陽性反応は、だ液アミラーゼ作用後の過ヨウ素酸シッフ染色が細胞壁等に濃く残っていることは、細胞壁等にデンプンまたはデンプン関連物質が、なお残存していることを示す。



第1図 アマモ 種実

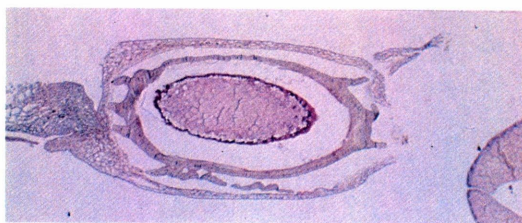


第2図A ヨウ素デンプン反応したアマモの種実の粒子 (10×40倍)

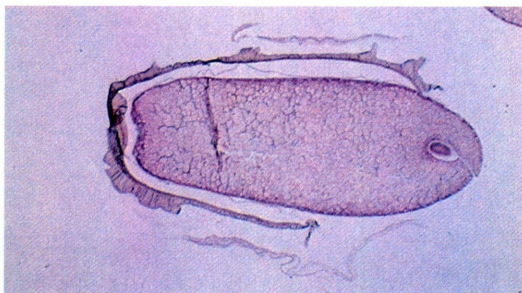


第2図B ヨウ素デンプン反応したジャガイモデンプン粒 (10×40倍)

第2図 ヨウ素デンプン反応



第3図A アマモ種実の断面



第3図B アマモ種実の断面 (H. E 染色)

第3図 アマモ種実の断面 (H. E 染色)

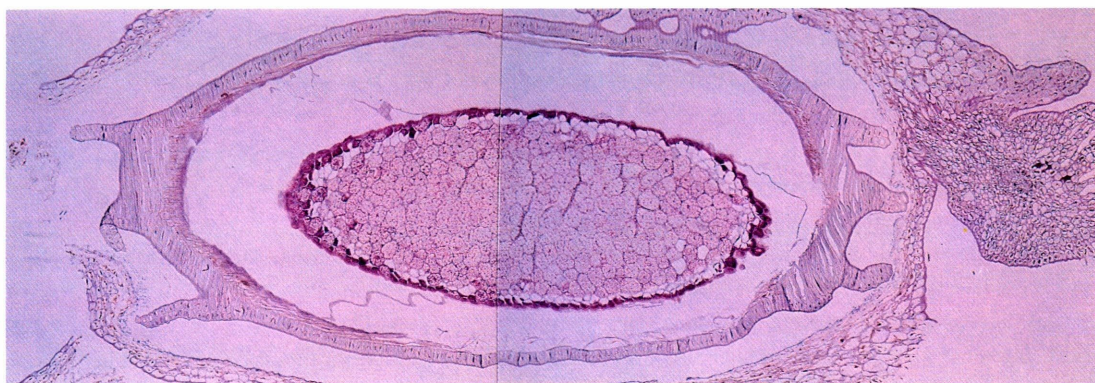


第4図 アマモ種実の断面 (第3図Bの拡大)

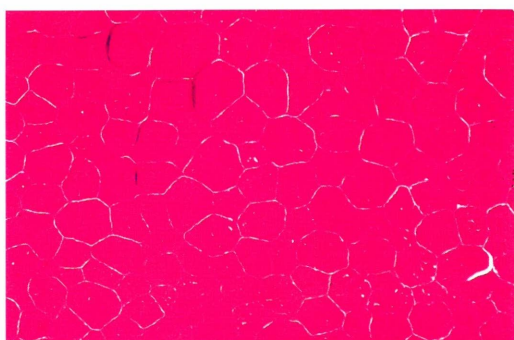
摘 要

アマモの糖質等について、つぎの知見を得た。

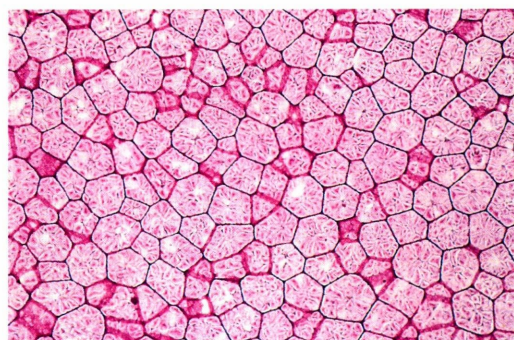
1. ペーパークロマトグラフィーによって、
 - a. ブドウ糖の存在は、根、葉では開花期から種実の完熟期に認められ、他の時期には認められなかった。なお、種実では認められなかった。
 - b. 果糖の存在は、根、葉では認められ、種実では認められなかった。
 - c. 蔗糖の存在は、根、葉では認められ、種実では熟



第5図 アマモ種実の断面（第3図Aの拡大）



A. だ液アミラーゼを作用させない標本のPAS染色



B. だ液アミラーゼを作用させた標本のPAS染色

第6図 だ液消化PAS染色による検索

度が進むと認められた。

2. ソモギー法による還元糖の定量的結果、根には葉よりも多くの還元糖を含むことがわかった。
3. ヨウ素デンプン反応は、根、葉には発現しなかった。種実では陽性で、ジャガイモデンプンのそれと、光学顕微鏡で観察比較した。
4. 種実について、光学顕微鏡で組織学的検索を行った。アマモは無胚乳種子であるが、多量のデンプンを蓄積していることを、だ液消化PAS染色法により確認した。

本研究は、高橋敬三東京家政大学名誉教授のご指導により、組織学的検索については日本大学歯学部病理学教室茂呂周教授、草間薫専任講師、亀井実和子助手のご協

力により、試料の採取には鳥羽水族館、東京大学臨海実験所の各位のご厚意により遂行できたことを記し、感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 新崎盛敏：日水誌，15，567～572（1950a）
- 2) 新崎盛敏：日水誌，16，70～76（1950b）
- 3) M. Maeda, M. Koshikawa, K. Nisizawa and K. Takano: The Botanical Magazine, Jokyo. vol. 79, No. 938. PP422～426. (1966)
- 4) 小河久朗，千秋達道：昭和58年度食肉に関する助成研究調査成果報告書．2，93～99，（1984）。
- 5) 小河久朗，千秋達道，安宅一夫：同上報告．3，96～203．（1985）。

Summary

Carbohydrates of *Zostera marina* L. were examined and the following results were obtained.

1. Paper chromatographic examination.
 - a. Glucose was detected in the roots and leaves from flowering to maturing time while no glucose was demonstrated in the seeds.
 - b. Fructose was detected in the roots and leaves, but not in the seeds.
 - c. Sucrose was demonstrated in the roots and leaves. On the other hands the presence was detected only in the matured seeds.
2. The root contained much more reduced sugar than the leaf by Somogyi's method.
3. Although the root and leaf were negative for iodostarch reaction, positive reaction was found in the seed, corresponding to that of potato by light microscope.
4. The sections of seeds were examined by PAS-stain after treating with and without human saliva. Positive reaction for PAS-stain was remarkably decreased by treatment with saliva and this result suggested that the seeds contain large amounts of starch.