

業工藻海

目
高橋武雄著

海藻工業

〔日〕 高橋武雄 著

紀明侯 譯

輕工業出版社

1961年・北京

內 容 介 紹

为了滿足工农业生产持續跃进和人民生活不断提高的需要，随着海藻养殖事业的进一步发展，須要大力开展海藻的工业利用，为此，特翻譯出版了这本书。

本书对海藻的全貌及其工业利用作了系統而全面的介紹。它首先闡述了海藻的种类、生理及各种海藻的成分和性质；然后按綠藻、紅藻、褐藻等类别分別叙述了它的工业利用途径和方法；特别是对于碘、甘露醇、褐藻胶等的制造和应用，更作了詳尽的介紹。

本书内容丰富，有必要的理論闡述，也有实际的生产經驗，并列举了有关数据，可供海藻加工企业、海藻养殖单位和水产科学研究单位的生产技术人員、試驗研究人員参考，也可供水产专业院校师生閱讀。

海 藻 工 业

〔日〕高桥武雄 著

紀明侯 譯

*

輕工业出版社出版

（北京市广安門內白广路）

北京市書刊出版业营业許可証出字第099号

輕工业出版社印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行

各地新华书店經銷

*

850×1168毫米·12¹²/₃₂印张3 插頁·300,000字

1961年3月第1版

1961年3月北京第1次印刷

印数：1—2,550(精) 定价：(10)2.50元

統一書号：15042·1010

譯者的話

几年来，我国海藻养殖事业有很大的发展，特别是1958年在工农业生产大跃进的形势下，海带的养殖面积自北方扩展到南方，产量大大提高。与此同时，全国各地也蓬勃地开展了海藻的工业利用，特别是它的综合利用，而国内关于海藻工业方面的资料 and 书籍还不很多，为此，特译出这本书以供参考。

本书是根据日人高桥武雄所著“海藻工业”1951年增订第三版译出的。在目前看来，此书是一本较有实用价值的参考书。著者对褐藻胶、甘露醇、碘等的制造综合了不少实际经验，对目前我国开展海带综合利用工作可资参考。

原书中有一部分如钾矿工业、盐水碘工业等，不属于海藻工业范围，故在译文中予以删略；还有个别处因其内容和表格没有参考价值，也没有译出；另外原书对海藻的分类方法，现在已不完全适用，译者特参照新的分类法重新排列，以供从事海藻化学工业的同志们参考，不过有些海藻，特别是那些我国所没有的海藻，其中文译名现在还不能确定，只是暂译。

为了本书更加系统以便读者查阅，译者对原有章节重新进行了编排，例如将原书在增订第三版时在书末所增补的三节，分别编入了各章中等等。

本书是利用业余时间翻译的，由于其他任务繁重，时间又较仓卒，加上译者的业务水平和外文水平很低，译文中不妥和错误之处一定不少，欢迎同志们多加批评指正。

在海藻分类和海藻译名方面，承有关同志热心帮助，谨致谢意。

紀明侯

目 錄

第一章 緒論	11
第一节 导言	11
第二节 日本近海产海藻	12
一、海藻的种类	12
二、海藻的生理	14
三、海藻的分布	15
四、海藻成分的变迁	16
第二章 显花植物的利用	18
第一节 显花植物(海草)	18
第二节 海草纖維制取法	20
第三节 海草纖維的性质	24
一、物理性质	24
二、化学性质	25
第三章 綠藻类的利用	26
第一节 綠藻类	26
一、石莖科	26
二、礁膜科	27
三、莢藻科	27
四、松藻科	27
第二节 綠藻类的化学研究	27
一、化学組成	27
二、化学成分	28
第三节 胶质的应用	30
第四章 紅藻类的利用	32
第一节 紅藻类	32

一、石花菜科.....	33
二、杉藻科.....	34
三、叉枝藻科.....	35
四、麒麟菜科.....	36
五、江蓠科.....	36
六、紅皮藻科.....	37
七、多管藻科.....	37
八、仙菜科.....	38
九、海蘿科.....	38
十、蜈蚣藻科.....	39
十一、紫菜科.....	40
第二节 紅藻类的化学研究	40
一、化学組成.....	40
二、特有的化学成分.....	42
三、紅藻胶质.....	43
第三节 琼胶的成分与性质	48
一、琼胶的糖成分.....	48
二、琼胶的衍生物.....	51
三、琼胶的化学結構.....	54
四、硫酸根与凝固力的关系.....	56
五、对化学药品的性质.....	57
六、凝胶現象.....	58
七、琼胶的腐敗.....	61
第四节 琼胶制造业	62
一、簡述.....	62
二、原料.....	62
三、制造方法.....	63
四、制造条件.....	66
五、琼胶的試驗方法.....	71
六、琼胶的质量与用途.....	76
第五节 最近的琼胶工业	78

一、各国的琼胶工业	78
二、现代 的琼胶工业	81
三、琼胶的用途	84
第六节 海藻胶的成分与性质	84
第七节 抄制海藻工业	87
一、简述	87
二、抄制海藻的制造方法	87
三、抄制海藻的质量	89
四、海藻胶的用途	91
第八节 角叉菜胶的成分与性质	92
一、化学成分	92
二、角叉菜胶的提取	93
三、角叉菜胶溶液的性质	94
四、角叉菜胶的用途	95
第五章 褐藻类及其历来的利用	96
第一节 褐藻类	96
一、铁钉菜科	99
二、海带科	99
三、翅藻科	100
四、墨角藻科	101
五、囊叶藻科	101
六、马尾藻科	101
第二节 褐藻类的化学研究	102
一、化学成分	102
二、成分定量法	111
三、日本近海产褐藻类的化学组成	116
第三节 海藻灰碘工业	132
一、沿革	132
二、海藻灰的化学成分	133
三、碘的制造方法	136
四、碘的制造条件	139

五、原料消耗及产量	152
六、碘的直接制法	152
第四节 海藻的其他制碘方法	161
一、干餾法	161
二、发酵法	162
三、糖化与酒精发酵法	164
第六章 碘和甘露醇的制造	168
第一节 甘露醇的新沉淀法	168
一、甘露醇的沉淀条件	169
二、甘露醇銅沉淀物的性状	175
三、甘露醇的再生	178
四、甘露醇、硫酸銅、水三元系的平衡	180
第二节 自海藻中浸出碘和甘露醇	183
一、碘、甘露醇和鉀的浸出性的比較	183
二、搖动浸出时浸出時間的影响	185
三、甘露醇的浸出条件	186
第三节 浸出液的精制	188
一、以氢氧化鉀精制法	189
二、褐藻胶精制法	193
三、褐藻胶精制残渣的利用	197
第四节 新沉淀法的应用	198
第五节 由甘露醇銅沉淀物中再生甘露醇	201
一、甘露醇的再生	201
二、由甘露醇再生液除去硫酸銅	204
第六节 自碘沉淀物制取碘	205
第七节 新沉淀法的工业試驗	207
一、中間工厂試驗	207
二、生产設備	209
第八节 直接蒸发法制取碘和甘露醇	211
一、碘的制取	211
二、甘露醇的制取	215

三、碘、甘露醇的生产费	219
四、甘露醇的用途	220
第七章 褐藻胶	221
第一节 褐藻酸的化学	222
一、一般性状	222
二、定性反应	223
三、酸度	225
四、二氧化碳生成量	226
五、糠醛生成量	226
六、元素组成	227
七、加酸水解	228
八、醌醛酸的确定	229
九、其他水解产物	231
十、结构	233
十一、水解酶	237
第二节 物理化学性质	237
一、对于碱的溶解	237
二、褐藻酸钠溶液的旋光率和显微构造	237
三、粘度	238
四、粘度式	241
五、毛细管上升性	244
六、加入电解质的影响	247
七、表面活性	248
八、渗透压	249
九、扩散性	249
十、对油脂的乳化性	252
十一、电性质	253
十二、对腐败的性质	254
十三、干燥状态时的性质	256
第三节 褐藻胶的制造	261
一、原料海藻的前处理	261

二、用碱提取褐藻胶	265
三、分别提取法	268
四、以草酸碱提取法	271
五、褐藻胶提取液的防腐	274
六、褐藻胶提取液的过滤	276
七、褐藻酸的凝聚和漂白	283
八、褐藻酸钠的干燥	286
九、褐藻胶的生产设备	291
十、褐藻胶的生产费	293
第四节 高粘度褐藻胶工业	294
一、美国褐藻胶制法	294
二、日本褐藻胶制法	294
三、褐藻酸钠的检查法	305
第五节 褐藻胶的用途	309
一、总論	309
二、經紗漿	310
三、印花漿	321
四、整理漿和防水漿	326
五、硬水軟化剂	327
六、滄罐作用	331
七、粘結剂	333
八、水泥灰泥的配合	335
九、胶着剂	337
十、活性炭的制造	339
十一、在食品工业中的应用	340
十二、在造纸工业中的应用	344
十三、在橡胶工业中的应用	352
十四、薄膜	355
十五、人造纖維	359
第六节 褐藻胶的新应用	375
一、經紗漿	375

二、印花浆	376
三、整理浆	376
四、在織布加工中的应用	377
五、接着剂	378
六、代用血浆的制造	380
七、水溶性薄膜	382
八、不溶性薄膜	383
九、乳化剂	385
十、澄清剂	389
十一、潤滑剂	390
十二、粘結剂	390
十三、齿科医学上的应用	391
十四、橡乳腐化剂	392
十五、硬水軟化剂	393
十六、褐藻胶纖維	393

第一章 緒 論

第一节 导 言

丰富的海产物自古即在人民生活中占有重要的地位。但海产植物（海藻）由于其主要成分为碳水化合物而非蛋白质，没有象海产动物那样广泛地被利用。

我們知道，陆地上的元素源源不断地流往海中，因而海水中积累有所有种类的元素。海产植物就从海水中吸收这些元素生活着，其中有許多可作食物或作工业原料。

海产植物与陆上植物在許多点上有不同的性质：第一，不需要开垦和施肥；第二，它們生长非常快，特别是褐藻类中的海带类海藻有許多能在萌发后数月达到数十尺长，产于北美西海岸的巨藻（*Macrocystis pyrifera*），其藻体的巨大，自古以来，就使人們感到惊奇；第三，它們的生长地带受海流所支配。日本周围有許多海流，因而生长有多种多样的藻类。据瀬川氏的研究，日本产海藻共有592种（綠藻类107种，褐藻类129种，紅藻类356种）①。

海藻历来主要直接用作食品、浆料或医药，只有琼胶工业和碘、氯化鉀工业多少保持有工业形态。琼胶工业現在在日本原料不足，为了克服原料的困难，进一步求得发展，就必须进行紅藻的化学研究。以褐藻类为原料的碘和氯化鉀工业，如果依照过去烧灰方法，則生产費用过高，其发展是有困难的。

① 瀬川宗吉：原色日本海藻图鉴，1957。——譯者注

第二节 日本近海产海藻

一、海藻的种类

海藻系生活在海中的隐花植物的总称，其中在产量上重要的为绿藻类、红藻类和褐藻类。

现将主要海藻根据分类学列记如下①*。

- (一) 绿藻门 (Chlorophyta) (通常称为绿藻类)
 - 石蓴科 (Ulvaceae)
 - 松藻科 (Codaceae)
- (二) 褐藻门 (Phaeophyta) (通常称为褐藻类)
 - 圆果藻科 (Asperococcaceae)
 - 索藻科 (Chordariaceae)
 - 酸藻科 (Desmarestiaceae)
 - 马鞭藻科 (Cutleriaceae)
 - 毛头藻科 (Sporochneaceae)
 - 网地藻科 (Dictyotaceae)
 - 绳藻科 (Chordaceae)
 - 海带科 (Laminariaceae)
 - 墨角藻科 (Fucaceae)
 - 昆布科 (Alariaceae)
- (三) 红藻门 (Rhodophyta) (通常称为红藻类)
 - 紫菜科 (Bangiaceae)
 - 石花菜科 (Gelidiaceae)
 - 海萝科 (Endocladaceae)**
 - 蜈蚣藻科 (Grateloupiaceae)
 - 杉藻科 (Gigartinaceae)
 - 红皮藻科 (Rhodymeniaceae)
 - 麒麟菜科 (Solieriaceae)***
 - 江蓠科 (Gracilariaceae)****
 - 仙菜科 (Ceramiceae)
 - 多管藻科 (Rhodomelaceae)

注：属于海产显花植物者有2种。

① 岡村金太郎：藻类系统学。

*各科中的各属名，分别在专论各藻类的各章前列出，这里略去。——译者注

**原书为Gloiosiphoniaceae，现已改为Endocladaceae。——译者注

***原书为Rhodophyllidaceae，现已改为Solieriaceae。——译者注

****原书为Sphaerococcaceae，现已改为Gracilariaceae。——译者注

綠藻類 一般生長于淺水中，干潮綫附近為最適生長地帶，依種類不同也有生長于淡水中的，皆呈鮮綠色，但形態有各式各樣。例如，石莖屬（*Ulva*）、溪菜屬（*Prasiola*）等，由一層或二層細胞形成扁平葉狀；也有的如薺苔屬（*Enteromorpha*），藻體中空，成管狀；又如松藻屬（*Codium*），內部具有錯綜的無色纖維組織，外部排列有特殊的小囊，有氈毛狀外觀。綠藻類的生殖多依靠游孢子（*Zoospore*）的無性生殖和配子（*Gamete*）的有性生殖兩種方法進行。

褐藻類 生長時呈黃褐色，隨著干燥而變為黑褐色，它主要生長于由低潮綫至3~4.5米深度之間；特別是寒冷海水中最多，大部分附着于岩石上，也有寄生在其他海藻體內的。藻體由細胞組織組成，包括進化程度最低的藻體也分有營養部和生殖部。藻體形狀形形色色，由極簡單的綫狀、盤狀、囊狀，進而呈樹枝狀分叉，再加進化則短條呈現葉狀，具有高等植物的葉的作用，總之極其多種多樣。生殖一般靠孢子進行。

褐藻類中主要為海帶科和墨角藻科，它們是海藻中最高等的種類。海帶科海藻外觀上具有根、莖、葉三部分，葉部扁平寬闊。生殖器官為孢子囊，由表皮細胞形成，多數是出現在葉片的一部分，有時如裙帶菜屬（*Undaria*）則在特別的孢子葉上出現。它一般靠節間生長。生長方式是：幼時藻體莖、葉一同伸長，一定時期後只在葉面基部依細胞分裂法生長。這樣，普通海帶科海藻長達0.9~1.2米乃至3~4米，特別是如長葉海帶（*L. longissima*）往往可達21米。海帶屬為二年生植物，于秋冬之交孢子脫離，出現新芽，至翌年夏季生長成巨大的成體。但這種海藻一般肉薄幅窄，不生長生殖器官，通常不采集；到晚秋枯衰時，只剩下基部，翌春再由此伸長，至夏期完成完全發育，生出中帶部的肥厚部分及生殖器官；到了秋冬之時，放出孢子，藻體則完全從根部脫離，不遺留痕迹。

墨角藻科海藻其形狀多式多樣，有的呈叉狀，有的呈樹枝狀

等。其生殖器官都含有精子和卵細胞，进行有性生殖，有雌雄同体的，也有雌雄异体的。藻体靠頂点上的一个細胞生长。

紅藻类 紅藻类海藻的特征，含有紅色色素，并且依靠特种生殖法繁殖。即沒有綠藻或褐藻中所看到的游孢子的无性孢子，藻体表面上有散在的雌雄两性生殖器，經两者的癒合生出孢子而萌发。

藻体多种多样，如紫菜属（*Porphyra*）仅为扁平的一薄片，而如石花菜属（*Gelidium*）則呈錯杂多枝的总状。

紅藻类的特征是細胞間隙中含有琼胶质或胶质，而且依种类不同，其化学組成和性质也有差异。石花菜属所含琼胶有凝固力，而角叉菜属（*Chondrus*）、海蘿属（*Gloiopeltis*）所含胶质則沒有凝固力。

二、海藻的生理

海产植物生活于海中，故必須自海水中摄取营养。无論哪一种类藻类，都是借助于适合自己的光綫，将由海水中吸收的 CO_2 分解，造成碳水化合物进行着同化作用（Assimilation）。这样进行的同化作用与陸地植物是相同的，但形成的产物却依藻类的种类而各有不同。大多数綠藻类在营养組織中主要只含叶綠素，形成大致与陸地植物相同的淀粉。但是随着深度的增加，透过的光綫中，长的波长部分被吸收的結果，則需要适于未吸收的光綫进行同化作用的色素来作为此光綫的补色，因而褐藻类中含有褐色色素，紅藻类中含有紅色色素。同化作用的結果，分別生成褐藻淀粉（Laminarin）和紅藻淀粉（Florideae starch）。

用于海藻同化作用的海水中， CO_2 的来源为鈣和鎂的重碳酸盐类。重碳酸盐由于同化作用而变化成中性碳酸盐，海水則增加碱性，而同化作用在这样微硷性中进行得最旺盛，这与春夏季节时藻体中細胞分裂极快有密切的关系。①

① Moore, B., E. Whitley, A. Webster: Proc. Roy. Soc., 1921, 22, 51.

其次，海藻的蛋白质合成所需原料，是以上述同化作用生成的碳水化合物和自海中吸收的氮、磷和硫等无机物为原料的。海水中的氮源有氨、硝酸盐和亚硝酸盐，但它们的浓度都很低，例如1升海水中氨-氮仅为0.05毫克，硝酸-氮和亚硝酸-氮仅为0.47毫克。因而可以想到，除了这些盐类之外，海藻还有直接固定溶于海水中的空气氮的作用，实际上，谟尔（Moore）对扁蒴苔（*Enteromorpha compressus*）的实验证实了这点。

三、海藻的分布

日本的四围为各种特殊海流所环绕，海藻的分布完全与海流一致。一般是日本海沿岸与对马海流相接触；太平洋沿岸金华山以北则为亲潮寒流范围，其以南则面临黑潮暖流。这三个海区的海藻分布完全不同，其特有的海藻举例如下①。

黑潮海流区域

- 拟昆布 (*Eckloniopsis radicata*)
- 亚肋石花菜 (*Gelidium subcostatum*)
- 日本石花菜 (*G. japonicum*)
- 日本刺楸藻 (*Acanthopeltis japonica*)
- 鸡冠菜 (*Meristotheca papulosa*)
- 叉枝藻 (*Gymnogongrus flabelliformis*)
- 小眼角叉菜 (*Chondrus ocellatus*)
- 雅致伊谷草 (*Ahnfeltia concinna*)
- 海人草 (*Digenea simplex*)

对马海流区域

- 叉开蜈蚣藻 (*Grateloupia divaricata*)
- 海蒿子 (*Sargassum pallidum*)
- 楔基海带 (*Laminaria ochotensis*)
- 匍柄昆布 (*Ecklonia stolonifera*)

亲潮寒流区域

- 长叶海带 (*Laminaria longissima*)
- 狭叶海带 (*L. angustata*)
- 太平洋杉藻 (*Gigartina pacifica*)
- 厚叶翅藻 (*Alaria crassifolia*)

① 遠藤吉三郎：海产植物学。

海 帶 (*L. japonica*)
 二叉耳藻 (*Arthrothamnus bifidus*)

总之，海藻的生长分布与海流的关系很密切，其原因是海流直接影响着海水的温度。

四、海藻成分的变迁

海藻的化学組成依种类不同而有差异，另外依产地、季节的不同也有显著的不同。

据田所、安部、柳瀬等氏^①的研究，不同种、属的成分变动如下(表1)：

表 1

成 分 (%)		海 帶	裙帶菜	腸瀝苔	銀杏藻	賴氏鹿角菜	篦形羽毛藻(<i>Ptilota pectinata</i>)	孔石蓴
水	分	6.86	8.19	7.70	8.93	11.73	7.52	12.00
灰	分	17.53	28.84	18.17	12.56	17.22	19.03	10.18
脂	肪	2.27	0.32	0.29	0.46	4.36	0.68	2.25
粗	纖 維	6.69	3.23	4.53	1.72	2.08	6.60	5.40
全	氮 量	1.31	1.71	2.84	3.12	1.55	4.40	4.04
{	脛 胺 基 N	0.1179	0.1540	0.2648	0.2520	—	—	—
	不 溶 性 N	0.0820	0.1353	1.9450	0.1327	—	—	—
	胺 態 N	0.0261	0.0414	0.1010	0.0948	—	—	—
	碱 性 N	0.0484	0.1128	0.2842	0.6105	—	—	—
单 氮 基 態 N		1.0219	1.2708	2.0050	2.0347	—	—	—
戊 酏 胶		4.38	4.05	5.09	1.67	7.63	2.46	11.41

即种类不同，灰分有显著的差异；脂肪在海带、賴氏鹿角菜、孔石蓴等較多，而其他种則含量少；全氮量以腸瀝苔、銀杏藻、篦形羽毛藻和孔石蓴为多，海带、裙帶菜、賴氏鹿角菜較少，特別是銀杏藻和腸瀝苔中胺态氮和碱性氮含量比較多。值得

① 田所哲太郎、安部慎、柳瀬正光：日本农艺化学杂志，10,716(1934)。