

浙江省象山港紫菜轮栽及其品质分析的研究

马 家 海

(上海水产大学, 200090)

大住幸宽 川合正允

(日本国白子研究开发中心, 134)

摘 要 作者在浙江省象山港进行了紫菜的轮栽试验以及条斑紫菜的品质分析。由于浙江省是坛紫菜的北限海域, 条斑紫菜的南限海域, 对轮栽具有地域上优势, 试验结果亩产可达 103.2kg。通过对条斑紫菜的光合作用色素、粗蛋白、游离氨基酸、全糖、游离糖等含量的测定和综合分析认为质量偏低。试验结果表明, 象山港轮栽的条斑紫菜产高质次, 品质改善有待于进一步试验和研究。

关键词 条斑紫菜, 坛紫菜, 轮栽, 品质分析

条斑紫菜栽培近年来取得了很大的进展, 在满足国内市场的基础上, 同时也是海水养殖中一项很重要的出口创汇产品, 中国已成为世界上最大的条斑紫菜出口国。现在条斑紫菜不但在江苏省, 而且北至山东, 南到浙江省都蓬勃地发展起来。作为条斑紫菜的主要产地——江苏省 1~2 月份水温偏低, 紫菜生长缓慢, 产量不高, 经济效益也有待于进一步提高。李世英^[3]曾在山东省进行过紫菜的轮栽试验并取得成功。浙江省是坛紫菜北限海域, 条斑紫菜的南限海域, 具有得天独厚的优越自然条件, 为了扩大条斑紫菜的栽培面积, 充分开发该海区的有利海况条件, 提高紫菜栽培的单位面积产量, 同时更有效地提高全自动紫菜加工机组的利用效率, 延长加工周期, 降低生产成本。笔者在浙江省坛紫菜的传统栽培海区象山港海域的西沪、大目涂, 引进日本高产品种叶隐条斑紫菜、9 号甘紫菜进行坛紫菜、条斑紫菜(包括甘紫菜)的轮栽试验, 并就研究开发的主要种类条斑紫菜和甘紫菜的品质进行了测定和评价。

1 材料与方法

1.1 海况因子测定

原则上每月 2 次测定水温、比重和营养盐成分, 因 $\text{NO}_2\text{—N}$ 含量较低, 略去不计。测定营养盐成分时, 采集水样后, 加氯仿固定, 带回实验室尽快测定之。

收稿日期: 1995-12-20。

黄聪年、中岛和宏参加部分研究测试工作, 并谨向象山港渔贸公司致谢。

测定方法:活性磷酸盐用磷钼盐法及 72G 型分光光度计测定;硝酸盐用锌—镉还原法及 72G 型分光光度计测定;铵盐用奈氏试剂法及 72G 型分光光度计测定。

1.2 轮栽

1.2.1 坛紫菜 (*Porphyra haitanensis*) 按常规方法培育贝壳丝状体,在 9 月 5 日—10 日采壳孢子苗,随接下海张挂在翻转式浮筏架上进行育苗和栽培,每天干出 1~2 小时,55 天后开始第一次采收,共采收 2 次(其中第二次只采收一半),以鲜重和干重计算产量。

1.2.2 叶隐条斑紫菜 (*P. yezoensis*)、9 号甘紫菜 (*P. tenera*) 9 月下旬在日本有明海采壳孢子苗,经育苗,苗网上幼苗长到 5~10cm 移入 -20℃ 冷库冷藏,于 1994 年 11 月 22 日、1994 年 12 月 17~19 日、1995 年 1 月 20 日运到象山港西沪海区,在海上翻转式浮筏架进行试栽,并且于 1995 年 2 月 12 日在象山港大目涂海区采用半浮动筏架进行换网试栽。

1.3 品质测定

象山港西沪、大目涂栽培的条斑紫菜(包括甘紫菜)采收后,分别经一次加工(全自动紫菜加工装置)、二次干燥(热风干燥机),然后将所得试样低温保存,分别按以下项目进行分析测定。

1.3.1 光合作用色素成分 叶绿素^[7],称取 0.5g 试样,粉碎到 0.25mm 以下,加入 100% 甲醇、经过滤、抽提后,用乙醚溶解,测出 660nm 和 642.5nm,求得叶绿素含量。

类胡萝卜素^[7],把抽出液用 KOH 碱化,再用乙醚溶解,从吸光值 447nm,求出类胡萝卜素含量。

藻红素、藻蓝素^[6],同样把粉碎的 0.2g 试样,加水 5ml,在 4℃ 下放置过夜,先用离心机分离(15 000rpm,20 分钟),取其上清液定容到 100ml,再用离心机分离(20 000rpm,1 小时),取上清液,测定吸光值 615nm,565nm,代入下式:

$$\text{藻红素}(\mu\text{g/ml}) = E_{615} \times 171.2 - E_{565} \times 2.25$$

$$\text{藻蓝素}(\mu\text{g/ml}) = E_{565} \times 124.3 - E_{615} \times 62.4$$

1.3.2 粗蛋白^[9] 称取试样 0.5g,粉碎,按常规加水分解,用凯达尔(Kjeldahl)法蒸馏、滴定后得到的值乘以常数 6.25。

1.3.3 全糖类^[12] 称取试样 0.5g,粉碎,置于硬质试管中,加 1.5M 的盐酸 15ml,121℃,1 小时,然后加水分解,经酚硫酸法,换算成半乳糖进行定量。

1.3.4 游离氨基酸^[15] 把磨碎的 0.5g 试样,加上 75% 乙醇,在沸腾的水浴中提取,减压干燥凝固后,用 pH2.2 的柠檬酸缓冲液定容至 100ml 作为抽出液的成分,经树脂交换快速液体色谱分离法(HPLC)分离,用 OPA 法荧光测定。

1.3.5 游离糖^[11] 把 1.3.4 游离氨基酸调制的抽出液成分进行适当稀释,用酚硫酸法,换算成半乳糖求得游离糖。

1.3.6 水分 把剪碎的样品用红外线水分测定仪测定。

2 结果与讨论

2.1 海况因子

2.1.1 水温和比重 众所周知^[4],坛紫菜是暖海性海藻,从壳孢子萌发到幼芽期的生长适温为 26~27℃ 左右,肉眼见苗至 5cm 左右的幼苗生长适温为 23~25℃ 左右,自 5cm~40cm 左右的成叶适温则在 19℃ 以下,若水温低到 10℃ 以下,则生长缓慢。从表 1 可见,象山港西沪海区自 9 月 10 日开始到 1 月中旬为止,海区水温对坛紫菜的生长是合适的。实验证明,条斑紫菜壳孢子萌发和

10 个细胞以下的幼芽生长适温在 20℃ 或 20℃ 以上, 而 10 个至 100 个细胞的幼芽为 18~20℃, 说明条斑紫菜幼苗能忍耐较高的水温, 1cm 左右的幼叶生长的适温则为 12~17℃, 16℃ 是最适温度。因此, 从表 1 可以看出, 11 月 21 日测得的水温为 18.6℃, 之后还稍有回升, 此时天气持续晴朗, 风平浪静, 水温回升或持续不降, 尽管紫菜生理作用旺盛, 但海区营养成分急剧消耗, 而补给跟不上, 紫菜就会出现生理障碍。据调查, 此时在浙江省几乎所有沿海海区的条斑紫菜都发生不同程度的病烂, 笔者发现在 11 月中旬出库的条斑紫菜和甘紫菜的冷藏网也不理想, 因而可以认为, 对条斑紫菜和甘紫菜而言, 象山港海区 11 月份的水温仍然偏高, 极易出现生理障碍及病烂。12 月中旬和 1 月中旬下海张挂的冷藏网, 经 1~2 天恢复, 很快转入正常生长发育。条斑紫菜的成叶期的最适温度是 8~10℃, 1~2 月份是条斑紫菜在象山港海区生长达快速阶段, 而不会出现象江苏省那样生长迟缓的现象。

表 1 1994 年 - 1995 年度象山港西沪海区水温、比重记录

Table 1 Water temperature and specific gravity of culture ground in Xihu of Xiang shangang from 1994 - 1995

日 期 Date	9 月 Sept.	10 月 Oct.	11 月 Nov.	12 月 Dec.	1 月 Jan.	2 月 Feb.	3 月 Mar.	4 月 Apr.
	10 日 25 日	2 日 23 日	21 日 20 日		1 日 19 日 27 日	11 日 17 日 27 日	6 日 20 日	10 日 17 日 30 日
水 温(℃) Water temperature(℃)	25.3 23.8	22.7 18.0	18.6 14.4	12.4 10.2 9.5	8.1 9.2 8.9	9.4 10.8	13.6 14.7 15.6	
比 重 Specific gravity	1.019 1.019	1.019 1.019	1.019 1.020	1.019 1.019 1.019	1.019 1.019 1.020	1.020 1.020	1.020 1.020 1.020	

2.1.2 营养盐 图 1 可见, 象山港西沪及大目涂海区的营养盐 $\text{NO}_3 - \text{N}$ 在 128 - 222mg/ m^3 , $\text{NH}_4 - \text{N}$ 在 5 - 52mg/ m^3 , $\text{NO}_2 - \text{N}$ 的含量很小, 故省略不计。从两种主要氮素营养盐来看, 象山港的营养盐呈现出前低后高的势态。尤其值得注意的是在条斑紫菜冷藏网下海后的 12 月中旬, 作为紫菜主动吸收的氮源 $\text{NH}_4 - \text{N}$, 在前期含量偏低, 从这点来看, 象山港西沪海区栽培的条斑紫菜和甘紫菜的质量明显地低落, 而大目涂海区由于含氮量的提高, 条斑紫菜的质量也有明显的改善。

2.2 产量

表 2 可见, 坛紫菜在 9 月 5 日 - 10 日采壳孢子后, 下海栽培 2 亩, 到 9 月下旬, 幼芽普遍达到 0.5 - 1mm, 采壳孢子苗后的 55 天开始第 1 次采收, 此时坛紫菜的平均长度为 35.8cm。之后, 其中 1 亩的浮架因准备作条斑紫菜冷藏网出库张挂之用, 提早收去, 故 11 月 17 日第 2 次采收, 只采收 1 亩, 2 次采收的平均亩产达 48.0kg (约折合 2 880 枚/棚)。这时坛紫菜质量上乘, 色泽、香味及柔软度都很好, 如果不是考虑换网及早加以撤去, 产量还应有所增长。

11 月 22 日曾下海张挂一批条斑紫菜、甘紫菜的冷藏网, 由于水温回升, 象山港周边海区的条斑紫菜都出现生理障碍及病烂, 因此, 这批紫菜也不理想。表 2 可见, 12 月 19 日冷藏网再次出库张挂在翻转式浮架上, 幼苗最大达 10~11cm, 下海后仅隔 11 天即可进行第 1 次采收, 共采收 4 次, 至 2 月 14 日为止, 条斑紫菜产量达 38.9kg/亩, 甘紫菜亩产干品也达 36.0kg。

表 2 坛紫菜、条斑紫菜轮栽产量统计表
Table 2 Output of rotation culture of *Porphyra haitanensis* and *P. yezoensis*

栽培品种 Cultivated species	坛紫菜 <i>P. haitanensis</i>	条斑紫菜 <i>P. yezoensis</i>	甘紫菜 <i>P. tenera</i>	条斑紫菜 <i>P. yezoensis</i>				
栽培方式 Mode of culture	翻 转 式 浮 筏 Inverted floating system							
下海批数 Number of net at sea	1	2						
下海日期 Date of net at sea	94.9.5-10	94.12.19						
采收次数 Number of harvest	1	2	1	2				
采收日期 Date of harvest	94.11.5-94.11.17	94.12.30	95.1.14	95.2.14				
网帘数 Amount of nets	2(亩) 72(片)	1(亩) 36(片)	6(棚) (1.08亩)	6(棚) (1.08亩)				
采收量 Yield	鲜重(公斤) Fresh WT. (Kg)	540	210					
	(枚) (Sheet)		2 650	4 950	2 320	4 079		
产 量 Output (干 重) (Dry WT.)	(公斤/亩) (Kg/Mu)	48.0	38.9			36.0		
	(枚/棚) (Sheet/Japanese net)	2 880	2 333			2 159		

* 片 $2.2\text{m} \times 2.3\text{m} = 5.06\text{m}^2$, 每亩约折合 36 片网帘
 ** 棚 $18\text{m} \times 1.8\text{m} = 32.4\text{m}^2$, 每亩约折合 5.56 棚网帘
 *** 亩 180m^2
 枚 每枚重 3g。

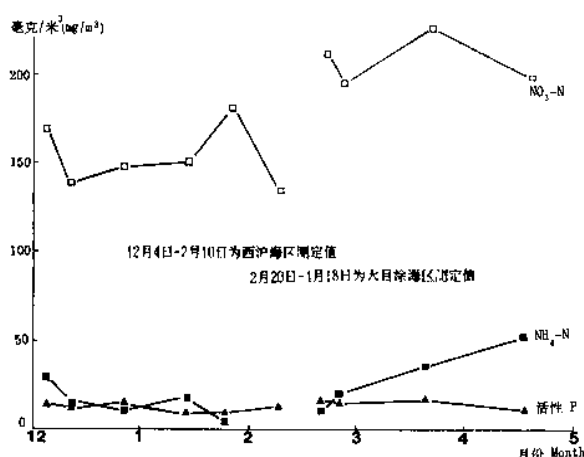


图1 象山港西沪、大目涂的海水营养盐含量

Fig.1 Contents of nutrition salt in seawater of Xihu and Damutu of Xiangshangang

根据象山港周边海区的条斑紫菜情况来看,采壳孢子苗可推迟到11月上、中旬,随接叠网暂养进行育苗,待幼苗长达5~10cm,这时进行换网,既不影响坛紫菜的产量又正是条斑紫菜的适温栽培季节。

为了保证紫菜的质量,避免栽培后期杂藻繁生,2月12日又将第3批苗网移入大目涂海区进行半浮动筏架栽培,由于潮位太高,干出时间达6~7小时,故产量仅为16.3kg,若潮位掌握适当,产量无疑还会高得多。

总括来看,表2所示,2

种紫菜(坛紫菜和条斑紫

菜)的轮栽,总产量可达103.2kg/亩(约折合6191枚/棚)。如果剔除坛紫菜的产量部分,条斑紫菜的2次换网总产量也达55.2kg/亩,比目前浙江省象山港周边海区条斑紫菜平均单位面积产量增加近53%左右,若是加上坛紫菜的部分,产量就明显地提高,这样加工机组的利用率也大大地提高,经济效益也自然增高。

2.3 品质测定与评价

2.3.1 光合作用色素 从图2可见,叶绿素、类胡萝卜素、藻红素、藻蓝素含量的变动规律基本上都是初次采收时较高,随着采摘次数的增加而减少,其中类胡萝卜素的含量相对变幅较小,大多数稳定在200mg/100g,只是到4月末锐减到100mg/100g。岩元等^[8]指出,叶绿素含量是衡量干紫菜品质好坏的一个重要指标,它的丰歉也往往与依靠“感官”评价紫菜等级相一致。象山港紫菜的叶绿素含量一般为400~600mg/100g,大多含量偏低。藻蓝素含量大体在2000mg/100g左右,藻红素除1月份达到3490mg/100g(甘紫菜为3335mg/100g),以后都徘徊在3000mg/100g左右或以下,从这些色素的含量来看,大多数含量偏低,反映了象山港条斑紫菜(含甘紫菜)质量偏低。

2.3.2 粗蛋白 条斑紫菜、甘紫菜的粗蛋白含量一般在40%左右,每一批冷藏网出库下海后都随时间的推移呈下降趋势,但从整个生产季节来看,这种下降趋势不很显著,这可能与海区的含氮量前低后高有关。

2.3.3 全糖 条斑紫菜、甘紫菜的全糖量都以1月份最低,以后逐渐增加,大目涂海区的条斑紫菜全糖量高达40.6%。紫菜的细胞壁主要由半乳聚糖、紫菜聚糖构成,全糖量的增高是与细胞壁的增厚有关,也意味着加工成干紫菜柔软度较差,即硬度较大。因此,象山港的紫菜易溶度也较差。

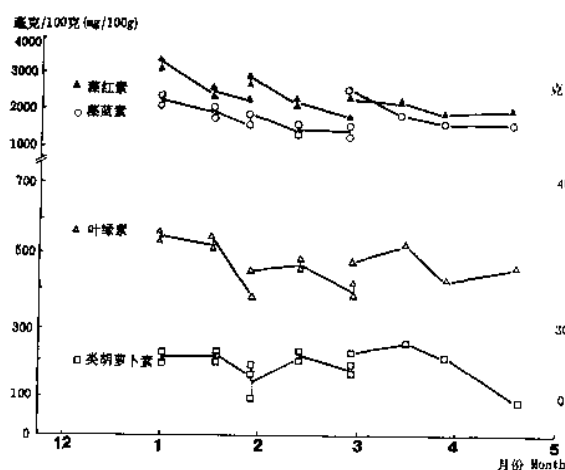


图2 象山港西沪、大目涂的干紫菜中光合作用色素量的变化

Fig.2 Variation in contents of photosynthetic pigments of dried lavers produced in Xihu and Damutu of Xiangshangang

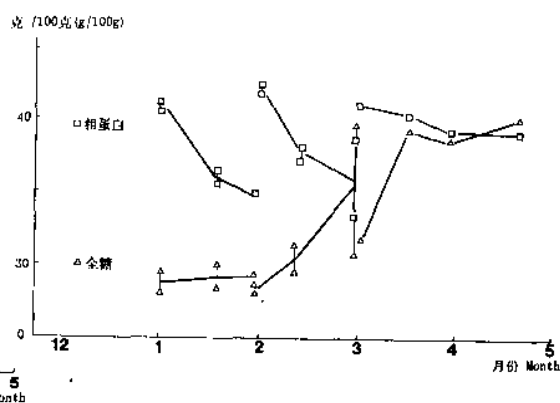


图3 象山港西沪、大目涂的干紫菜中粗蛋白、全糖量的变化

Fig.3 Variation in contents of crude protein, total sugars of dried lavers produced in Xihu and Damutu of Xiangshangang

2.3.4 游离氨基酸 紫菜抽出液中的游离氨基酸与紫菜的味道有密切关系,一般日本的紫菜都在 2 500~5 000mg/100g 左右^[13,14],而象山港西沪的紫菜游离氨基酸仅 2 000~3 000mg/100g 左右。在大目涂海区,由于海区总氮量的上升,到栽培后期,条斑紫菜的氨基酸含量也随着上升,由此可见,靠近外海的大目涂海区,其海况条件相对优于内湾的西沪。纪明侯等^[2]认为条斑紫菜中的总氮量、游离氨基酸和总氨基酸的含量相应地随着海区的氮肥降低而明显减低,这与本试验的结果是一致的。

游离牛磺酸,在干紫菜中呈游离状态,在日本一般游离牛磺酸含量在 1 200~1 600mg/100g^[14],而且比较稳定,西沪海区的紫菜含量较低,大目涂海区后期稍有增高的趋势,牛磺酸不会象丙氨酸那样明显影响到紫菜的味道,但是,加入牛磺酸后味道就显得较为圆满,因而也多少影响紫菜的味道。

游离谷氨酸,在干紫菜中,游离谷氨酸含量是一种重要的美味成分,它往往随总氨基酸的多少而变化,一般含量为 1 000~2 000mg/100g。西沪海区的含量一般都很低,仅 1 000mg/100g 左右;大目涂海区的含量超过 1 000mg/100g 以上,4 月下旬达到 2 509.8mg/100g。但其实际的味道感觉则不一致,这可能由于后期紫菜的全糖含量增多,质地变硬,游离谷氨酸量虽高,但溶出慢,从而大大地影响了紫菜本身的美味。

游离丙氨酸,土屋等^[5]指出,游离丙氨酸含量是显示紫菜甘味的一种要素。笔者曾测定江苏省的条斑紫菜丙氨酸的含量普遍在 2 000~5 000mg/100g,本试验测得西沪的条斑紫菜丙氨酸很低,大目涂的则有增高的趋势,但也仅在 2 000~3 000mg/100g 左右。从总体上来看,中国产的条斑紫菜的丙氨酸含量都很高,所以认为甘味特浓。象山港的紫菜的丙氨酸量相对偏低。

2.3.5 游离糖 游离糖量变动与游离氨基酸呈逆相关,游离糖量增加则游离氨基酸量减

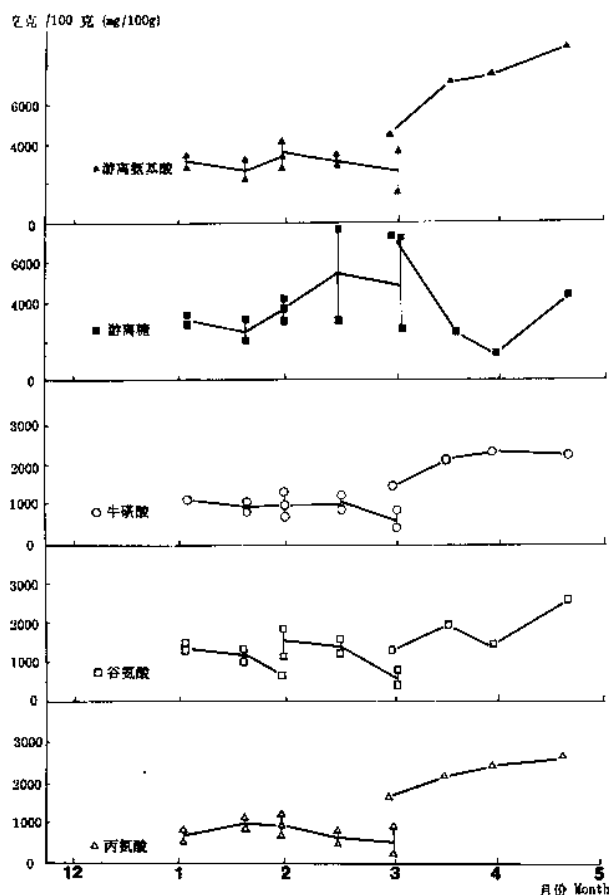


图4 象山港西沪、大目涂的干紫菜中游离氨基酸、游离糖、牛磺酸、谷氨酸、丙氨酸量的变化

Fig.4 Variation in contents of free amino acids, free sugars, free taurine, free glutamic acid, free alanine of dried lavers produced in Xihu and Damutu of Xiangshangang

量不高。

综上所述,象山港轮栽的紫菜产高质次,今后如何通过开拓新的良好的栽培海区,选择优良品种、改进和提高栽培、加工技术等来改善紫菜的品质还有待于进一步试验和研究。

少^[10]。象山港大目涂海区的半浮动筏架条斑紫菜在2~3月份呈增加势态,以补充丙氨酸量的降低,这也是紫菜偏甘味的原因之一,一般认为游离糖量增多意味着紫菜等级的下降^[11]。

3 小结

3.1 象山港西沪、大目涂海区的海况条件适合进行坛紫菜和条斑紫菜(含甘紫菜)轮栽,它作为坛紫菜栽培的北限,条斑紫菜栽培的南限,对紫菜栽培而言,具有地域上的优势,利用冷藏网技术进行多轮栽培有利于提高海区和筏架的利用率,又可大大地提高经济效益。亩产可达103.2kg/亩(约折合6191枚/棚)。

3.2 试验还表明,象山港西沪的条斑紫菜(含甘紫菜)的光合作用色素、粗蛋白、游离氨基酸等含量不高,在大目涂海区,上述各项的含量有所增加,但因全糖量的增多,干紫菜的质地偏硬,易溶度很低,因而从整体上看,象山港的紫菜质量不高。

参 考 文 献

- [1] 王民生,1987.紫菜的生产及其质量,农业出版社。
- [2] 纪明侯、蒲淑珠、牛渲庆,1981.不同海区生长的条斑紫菜的氨基酸含量的变化。海洋与湖沼,12(6):522~529。
- [3] 李世英、郑宝福,1992.坛紫菜与条斑紫菜轮栽试验。海洋与湖沼,23(5):537~540。
- [4] 张佑基,1988.紫菜养殖,农业出版社。
- [5] 土屋增彦、铃木芳夫,1955.アサクサノリの風味に就て—Ⅱ呈味アミノ酸中特にアラニン、グリシン含量に就

- て。日水会志, 20(12):1092-1098。
- [6] 天野秀臣, 野田宏行, 1978. のりの品種と光合成色素。日水会志, 44(8):911-916。
- [7] 岩城美智代, 福田则朗等, 1983. 干のりの保存法。日水会志, 49(6):933-938。
- [8] 岩元睦夫, 平田 孝等, 1983. 近赤外スペクトル法による干のり品質の評価。日食工志, 30(7):397-403。
- [9] 東京大学農学部農芸化学教室, 1978. 実験農芸化学(上), (3版), 315-318. 朝仓书店。
- [10] 野田宏行, 岩田静昌, 1983. 海苔制品向上の手引き, 57-63. 日本全国海苔貝類漁連。
- [11] 野田宏行, 天野秀臣等, 1979. のり赤腐水病の治ユ中における叶體の細菌相と構成成分の変化。日水会志, 45(9):1163-1167。
- [12] 野田宏行, 1970. 海藻の生化学的研究——Ⅱ, あさくきのりの品質と一般成分との關係。日水会志, 37(1):30-34。
- [13] 斎藤宗胜, 荒木 繁等, 1975. 乾海苔における先合色素含量および全窒素, 全游离アミノ酸, 全游离糖含量の时期的変動と産地間の相違。日水会志, 41(3):365-370。
- [14] Noda, H. et al., 1975. Studies on the flavor substances of "Nori", the dried laver *Porphyra* spp. - II. Free amino acids and 5'nucleotides. Eull. Jap. Soci. Sci. Fish., 41(12): 1299-1303.
- [15] Harada, K. et al., 1990. Changes of amino acid compositions of "Nori", *Porphyra* spp. During storage. Nippon Suisan Gakkashi, 56(4):607-612.

STUDY ON ROTATION CULTURE OF LAVER AND THEIR QUALITY ANALYSIS IN XIANGSHANGANG OF ZHEJIANG PROVINCE

Ma Jiahai

(Shanghai Fisheries University, 200090)

Yukihiro Osumi and Masanobu Kawaai

(Shirako Research Development Center, 132, Japan)

ABSTRACT It is shown by the experiments that Xiangshangang has the geographical advantage in the lavers cultue, for it is the most northrn culture ground for *Porphyra haitanensis* and the most southern culture groundfor *P. yezoensis*. Rotation culture does not only increase the output but also improve the utilization ratio of processing machine. So the economic benefits can be increased. According to the analysis of variations in contents of photosynthetic pigments, crude protein, total sugars, free amino acids and free sugars, it is concluded that dried laver of Xiangshangang is not of high-quality. So its quality need to be further improved.

KEYWORDS *Porphyra haitanensis*, *P. yezoensis*, Rotation culture, Quality analysis