

黄海西部沿岸海藻区系的分析研究

I. 区系的温度性质*

曾呈奎 張峻甫

(中国科学院海洋研究所)

黄海位于中国大陆与朝鲜半岛之间,南以长江口北岸的海门嘴到朝鲜济州岛一线与东海为界,最北到鸭绿江口,形成一个半封闭式的海区。渤海是中国的内海,可以认为是黄海的一个大海湾;从海藻区系角度来看,渤海也是黄海的一部分。因此,本文所讨论的黄海西部海藻区系也包括了渤海的种类。

本文的目的是通过分析研究,了解这个区系的温度性质。在进行这项工作之前,我们先针对着邻近海区海藻区系的区划和海藻区系的分析方法等问题进行了研究,并提出了一些初步看法^[10,11]。

一、本海区海藻的分类研究概况

关于黄海西部区的海藻¹⁾研究早在1866年就有 G. V. Martens 所发表的报告;在他所记载的78种中国海藻中属于黄海烟台产的有17种。1875年, M. O. Debeaux 发表其采自中国的海藻,其中有19种采自烟台。由于当时的海藻学还很幼稚,种名的鉴定常有错误,根据后人^[15]的研究,认为可以接受的记录计有 Martens 的6种, Debeaux 的7种。1904年, E. S. Gepp 发表了“中国海藻”,包括采自威海产的14种海藻。1919年, F. S. Collins 发表了采自北戴河的海藻27种。同年, Th. Reinhold 在他的一篇简短报告中,记载了青岛及其附近地区的10种海藻。1922年, N. H. Cowdry 发表了他从北戴河采集的、经岡村金太郎鉴定的23种海藻。1924年和1934年, M. A. Howe 先后发表了“中国的海藻”和“山东半岛的海藻”;前文记载了北戴河及烟台的44种海藻,后文则列举了青岛的海藻21种,蓬莱的21种。1932年, V. M. Grubb 报告了北戴河的海藻29种。1935年,本文第一作者与李良庆共同进行了“青岛和烟台海藻的研究”,报告了两地海藻65种,其中采自青岛的有59种,烟台的有25种;1936年至1938年先后又补充了13种。此外,岡村,1936年在“日本海藻志”一书中也记载了本海区的一些种类。至此,黄海西部海藻区系的研究工作自1866年至解放前夕为止的80多年间只作了一些零碎而不系统的研究,采集调查的地区也只限于少数的几个大城市。在这一广大海区中,已知而可以接受的种类只有100种上下。

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第170号。本文于1961年12月在青岛召开的全国海洋学术会议上宣读。

1) 这里指的是红藻、褐藻、绿藻、蓝藻及底栖黄藻。

解放以后,中国藻类学工作者开始了有计划的、系统的调查研究。作者等 1952 年报告了 12 属 20 种的經濟海藻^[3], 1952—1954 年又分别报告了鹿角菜^[3,4] 和两种馬尾藻^[5,6], 1959 年,先后报告了产于黄海的 37 种^[8]和 4 种^[9]海藻。1954 年,本文第一作者与郑柏林报告了 13 种青島地区的新记录^[12], 1958 年又与张德瑞发表了本海区产的一个新种紫菜^[2]。1959 年,朱浩然发表了第一篇关于华北微观海藻的研究,报告了 34 种蓝藻类^[13]。1961 年,樊恭炬报告了一个新种石花菜^[19]。这些报告为黄海海藻区系增加了 54 种。近年来,我們和有关同志比較全面地开展了这个海区的区系工作,研究結果除极少数种类还有待于进一步检查外,連同以前的记录共計 242 种,分别隶属于 5 門、9 綱、32 目、71 科、138 屬中,計蓝藻門 48 种,綠藻門 45 种,黄藻門 1 种,褐藻門 52 种,紅藻門 96 种。

二、本海区区系的代表种类

一种海区海藻区系的温度性质应当是这个区所有的种类的綜合表现,但是在衡量温度性质时,不应当給所有的种类以同样的比重,因为在区系組成中,有的是主要成分而有的的是次要成分,有的甚至是偶然被人发现,以后就不再出现了。因此,必須从所有种类中客观地挑选区系的主要成分,也就是前文所提到的代表种类^[11],作为分析温度性质的主要对象。

为了挑选区系的代表种类,我們检查了海洋研究所植物标本室所存的 1947—1960 年在我国黄海沿岸各地所采的标本以及有关的野外采集记录,并对这些标本和資料进行整理、分析。首先,我們认为在目前阶段,中国黄海海藻区系的代表种类只能从蓝藻类以外的宏观种类中进行挑选。这是因为本海区的蓝藻类及微观藻类,除了极少数例外,都是数量不大,分布不广,而且由于藻类学家迄今对这些藻类一般都没有給予应有的重视,在多数地区性海藻志中,很少报导过这些藻类,因此,把关于它們地理分布的片断记录作为比較研究的資料可能导致錯誤的結論。在 242 种中国黄海所产的海藻类中,除了 48 种蓝藻类和 28 种微观紅藻、褐藻及綠藻以外,还有 166 种宏观藻类。这些藻类,经过分析研究,被确定为具有代表性的有下列 41 优势种, 29 习見种和 14 局限种。

1. 优势种类 41 种

Enteromorpha intestinalis, *Ulva pertusa*, *U. linza*, *Monostroma angicava*, *Rhizoclonium riparium*, *Urospora penicilliformis*, *Bryopsis hypnoides*, *Codium fragile*, *Sphacelaria subfusca*, *Leathesia difformis*, *Sphaerotrichia firma*, *Nemacystus decipiens*, *Desmarestia viridis*, *Punctaria latifolia*, *P. plantaginea*, *Scytosiphon lomentarius*, *Colpomenia sinuosa*, *Petalonia debilis*, *Chorda filum*, *Laminaria japonica*, *Undaria pinnatifida*, *Dictyota indica*, *Dictyopteris divaricata*, *Padina crassa*, *Sargassum pallidum*, *S. thunbergii*, *S. kjellmanianum*, *Porphyra yezoensis*, *Gelidium amansii*, *Gloiopeltis furcata*, *Corallina officinalis*, *Gratelouppia filicina*, *Halymenia sinensis*, *Gracilaria verrucosa*, *Gymnogongrus flabelliformis*, *Ceramium kondoii*, *Polysiphonia japonica*, *P. urceolata*, *Symphycladia latiuscula*, *Chondria tenuissima*, *Laurencia intermedia*。

2. 习見种类 29 种

Enteromorpha compressa, *E. prolifera*, *Chaetomorpha aerea*, *Ralfsia verrucosa*, *Halo-*

thrix lumbricalis, *Eudesme virescens*, *Dictyosiphon foeniculaceus*, *Porphyra tenera*, *Nemalion helminthoides* var. *vermiculare*, *Caulacanthus okamurai*, *Gelidium divaricatum*, *G. crinale*, *Pterocladia tenuis*, *Hyalosiphonia caespitosa*, *Amphiroa zonata*, *Corallina pilulifera*, *Nemastoma nakamurae*, *Gracilaria textorii*, *Plocamium telfairiae*, *Solieria mollis*, *Chrysymenia wrightii*, *Lomentaria hakodatensis*, *Champia parvula*, *Ceramium boydenii*, *Campylaephora hypnaeoides*, *Dasya villosa*, *Heterosiphonia japonica*, *Acrosorium yendoi*, *Polysiphonia morrowii*。

3. 局限种类 14 种

Enteromorpha spiralis, *Colpomenia bullosa*, *Pelvetia siliquosa*, *Cystophyllum caespitosum*, *Sargassum horneri*, *S. siliquastrum*, *S. fusiforme*, *S. shantungensis*, *Porphyra marginata*, *P. umbilicalis*, *Dumontia simplex*, *Carpopeltis affinis*, *Chondrus sinensis*, *Rhodomela confervoides*。

三、本海区代表种类的温度性质的分析

关于海藻区系的温度性质，我们曾经建议根据区系的最适温范围，也就是区系主要组成种类的温度性质的总和，划分为寒带性区系（ $<0-5^{\circ}\text{C}$ ），亚寒带性区系（ $5-10^{\circ}\text{C}$ ），温带性区系（ $10-20^{\circ}\text{C}$ ），亚热带性区系（ $20-25^{\circ}\text{C}$ ）和热带性区系（ $25-30^{\circ}\text{C}$ 或以上），每一个区系的适温范围可以向上，向下伸延 5°C ^[10]。之后，我们又建议把温带性区系根据其最适范围，再划分为冷温带性区系（ $10-15^{\circ}\text{C}$ ）和暖温带性区系（ $15-20^{\circ}\text{C}$ ），它们的适温范围也分别向上，向下伸延 5°C ^[11]。因此，每一种海藻可以属于以下六个温度性质之一：寒带，亚寒带，冷温带，暖温带，亚热带及热带。这六种温度性质的种类又可归纳为三类，即：（1）冷水性种类，包含寒带性和亚寒带性的种类，发源于极地海洋及其邻近寒冷海区，主要依靠寒流侵入中纬度地区；（2）暖水性种类，包括热带性和亚热带性的种类，发源于赤道上的热带海区，主要依靠暖流侵入中纬度地区；（3）中间性的温水性种类包括冷温带性和暖温带性的种类，发源于中纬度的温带海区，向南北两方面分布。

在分析代表种类的温度性质时，除少数局限种类外，绝大部分是根据历年来采自青岛的标本和资料。遇到个别种类由于采集的月次较少或不完整时，则适当地参考了青岛地区以外的黄海标本，特别是大连的标本和海洋所这些年来在这些地区的采集记录。分析的方法大致如下：从标本的大小、青壮和衰老的程度和数量、盛衰的情况，找出每种的生长季节及其生长盛期；并从材料的外部观察和内部解剖寻找每种在全年中生殖器官的产生时期，即生殖时期，其中除个别种类外，一般都不易判明其生殖盛期。生长和发育是任何一个生物生活史上的两个关键阶段，因此，两个时期的水温应是某一种海藻所要求的最适温度，从而可以判定每一种的温度性质。水温资料是根据青岛观象台对胶州湾海水温度的 50 年（1898—1948）平均值（见表 1）和辽宁省大连海洋气象台在大连兴海屯和大连港（1959—1960）的水温记录（见表 2）。

举几个例子：青岛产的刺松藻（*Codium fragile*）标本见于全年各月，因此，刺松藻的生长时期为全年。根据各月的标本的比较，其幼体多见于春季，而体表附生许多藻类的衰老藻体则见于冬季，秋季的标本个体大，颜色碧绿，表现出旺盛的生活力。综合地分析了

表 1 青島胶州湾 1898—1948 年的平均表面海水温度表*

Table 1. Average surface sea water temperature in Jiaozhou (Kiaochow) Bay, Qingdao (Tsingtao) (1898—1948)

A. 月份	B. 表面海水温度 (°C)			A. 月份	B. 表面海水温度 (°C)		
	C. 平均值	D. 最低	E. 最高		C. 平均值	D. 最低	E. 最高
1	2.7	1.7	4.0	7	24.0	21.8	25.8
2	2.2	1.3	3.0	8	26.5	26.1	27.0
3	4.9	3.0	6.6	9	24.2	22.1	25.7
4	9.2	6.9	11.7	10	19.3	16.6	21.8
5	14.5	12.1	17.1	11	13.1	10.2	16.5
6	19.6	17.4	22.0	12	6.9	4.5	9.9

* 根据青島市气象台五十周年纪念特刊的资料, 1948 年。

Explanation for Table 1.

A=Month; B=Surface sea water temperature; C=Average; D=Minimum; E=Maximum.

表 2 大連 1959—1960 年平均表面海水温度表*

Table 2. Average surface sea water temperature in Dalian (Dairen) (1959—1960)

A. 月份	B. 表面海水温度 (°C)			A. 月份	B. 表面海水温度 (°C)		
	C. 平均值	D. 最低	E. 最高		C. 平均值	D. 最低	E. 最高
1	2.4	1.0	5.6	7	21.3	19.0	25.0
2	2.0	1.0	4.0	8	25.1	24.0	27.0
3	3.6	1.0	6.0	9	22.7	21.0	25.0
4	7.1	3.0	9.0	10	18.6	15.0	21.0
5	12.9	9.0	17.0	11	11.1	7.0	16.0
6	17.6	15.0	20.0	12	7.9	5.0	10.2

* 我們感謝辽宁省大連海洋气象台提供这个表的原始资料, 其中 2—11 月系 1959 年大連港的水温记录, 12—1 月系 1959—1960 年大連兴海屯的水温记录。

Explanation for the Table 2.

A=Month; B=Surface sea water temperature; C=Average; D=Minimum; E=Maximum.

这一种的数量记录及各季节的生长情况, 判断出其生长盛期应在 10—11 月間。解剖并鏡檢其内部的結果, 配子囊只見于 9—12 月的标本, 这是它們的生殖时期。这样, 10—11 月不但是刺松藻的生长盛期而且也是其生殖时期。青島这期間的水温平均值为 16.2°C, 因此, 我們认为这个温度可以代表刺松藻的生长和生殖的最适水温。根据我們以前对海藻区区的温度性质的划分, 这个温度属于暖温带, 所以刺松藻的温度性质应属于暖温带性。

石花菜 (*Gelidium amansii*) 的生殖器官出現期很长, 从 4 月到第二年的 1 月, 生长盛期为 5—7 月。所以 5—7 月既为这一种的生长盛期, 又是生殖时期, 因此, 这一时期的水温应当认为是它的生长、生殖适温, 而这期間的水温平均值可以代表它的温度性质。

在分析研究过程中, 我們遇到一些具有两个温度性质完全不同的独立生活史阶段的种类, 判定这类海藻的温度性质是比较困难的。例如: 甘紫菜的叶状体的生长和生殖盛期都是 2—3 月, 这一期間的水温变化幅度大約从 1°C 左右到 7°C 左右。1950 年月平均值为 3.6°C。但是絲状体的生长和生殖盛期的温度, 根据实验結果, 前者是 2°C 左右, 后者

則在 17.5°C 上下¹⁾。如果將生活史上的不同阶段当做两种不同藻类处理，則甘紫菜叶状体是一种寒带性藻类，而絲状体則具有暖温带性。显然，它們同属于单一的物种，因而只能属于一个温度性。我們认为比較合理的是以这两个独立阶段的适温变化范围及其平均值作为确定这个物种的温度性质的根据。甘紫菜两个独立阶段的生长、生殖适温，如果加在一起，則从 1°C 左右到 20°C 甚至略为高一些，平均为 11.2°C。

因此，我們把甘紫菜列为一种冷温带性的藻类。这样处理是比較符合于实际情况的，因为温带地区的温度变化幅度一般較大，发生于温带地区的种类为了适应大幅度的温度变化而导致了不同独立阶段的不同温度要求也是可以理解的。

归纳起来，海藻类的生长盛期和生殖时期之间的关系大体上可以概括为五类。第一类是生长盛期短、生殖时期长，而生长盛期局限于生殖时期内的一个阶段。这类海藻很多，上面所提到的刺松藻和石花菜就是属于这个类型。第二类与第一类恰恰相反，生长盛期长、生殖时期短，而生殖时期局限于生长盛期内的一个阶段。根据同样的理由，这类海藻的生殖时期就是它們的生长、生殖适温时期，例如根枝藻 (*Rhizoclonium riparium*) 和节莢藻 (*Lomentaria hakodatensis*) 等。第三类是生长盛期和生殖时期略为重迭，其重迭时期是生长盛期，也是生殖时期，因而可以认为是生长、生殖适温期。例如，鹿角菜 (*Pelvetia siliquosa*) 的生长盛期为 4—6 月，生殖时期为 5—10 月，重迭的 5—6 月則为它的生长、生殖适温期，这个时期的水温就反映了它的温度性质。其他两类海藻的生长盛期和生殖时期沒有共同时间。第四类，生长盛期和生殖时期紧密衔接，两个时期从头到尾可以长达半年。对这类海藻的生长、生殖适温，我們建議用两个温度——生长盛期的和生殖时期的水温——的平均作为代表值；显然，这个平均温度可能不是它們的生长盛期的温度，同时也可能是生殖时期的温度，但作为“代表值”还是可以說明問題的。例如，亮管藻 (*Hyalosiphonia caespitosa*) 的生长盛期經判定为 4—5 月，水温变化范围 6.9—17.1°C，平均 11.9°C，而生殖时期为 6—7 月，水温变化范围 17.4—25.8°C，平均 21.8°C。这两个时期的平均水温为 16.9°C，虽然与生长盛期期間水温高范围 (17.1°C) 有 0.2°C 的交叉，但可以认为是处于这两个时间的水温变化范围之外。但是，如果以 16.9°C 作为生长、生殖适温的代表值，而据此来判定这种海藻为暖温带性种类，却是很合适的，与实际情况是相符合的。长囊藻 (*Colpomenia bullosa*) 及其他一些种类也属于这一类型。

第五类是生长盛期和生殖时期有間隔。对这类海藻的温度性质的确定，我們也应用两个时期水温的平均作为生长、生殖适温的代表值，与第四类一样。对生活史具有两个独立阶段的海藻类，我們也把它們归纳在这一类里，用两阶段的生长、生殖适温的平均作为代表值以确定它們的温度性质。上面所提到的紫菜就是这一类的典型例子。但在这一类中，也有一些种类，它們的生长盛期和生殖时期有了几个月的間隔，但两个期間的水温都是基本一致的。例如，幅叶藻 (*Petalonia debilis*) 的生长盛期为 11—12 月，这期间的平均水温 10°C，而生殖时期为 4 月，平均水温为 9.2°C，相差很有限，因此，我們把这种海藻定为冷温带性。

我們应用上述方法分析了絕大部分产于青島的和少数产于大連的代表种类，同时，还

1) 根据曾呈奎、张德瑞、赵汝英未发表資料。

表3 黄海西部沿岸海藻优势种类的生长、生长盛期和生殖时期表
 Table 3. Periods of growth, of best growth and of reproduction for the dominant species in the Western Yellow Sea coastal region

A. 种 类	B. 生长时期 (月)	C. 生长盛期		F. 生殖时期 (月)	G. 生长生殖 适温代表值 (°C)	H. 温度 性质
		D. 月份	E. 水温平均值 (°C)			
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	1-12*	3-6	12.5	1-12	12.5	CT
<i>Ulva pertusa</i>	1-12*	4-6	14.4	4-9	14.4	CT
<i>U. linza</i>	9-7	5-6	17.1	3-7	17.1	WT
<i>Monostroma angicava</i>	11-5	3-4	7.1	1-5	7.1	LB
<i>Rhizoclonium riparium</i>	1-10	4-6	14.4	6	19.6	WT
<i>Urospora penicilliformis</i>	2-7	3-4	7.1	3-7	7.1	LB
<i>Bryopsis hynoides</i>	1-12*	10-12	13.1	11-1	13.1	CT
<i>Codium fragile</i>	1-12*	10-11	16.2	9-12	16.2	WT
<i>Sphacelaria subfusca</i>	1-12*	9-11	18.9	1-12	18.9	WT
<i>Leathesia difformis</i>	3-9	4-6	14.4	5-7	17.1	WT
<i>Sphaerotrichia firma</i>	5-2	9-11	18.9	7-12	18.9	WT
<i>Nemacystus decipiens</i>	4-7	6-7	21.8	6-7	21.8	ST
<i>Desmarestia viridis</i>	2-8	3-4	7.1	6	13.4	CT
<i>Punctaria latifolia</i>	12-7	4-5	11.9	5-6	14.5	CT
<i>P. plantaginea</i>	2-7	3-4	7.1	6-7(6)*	13.4	CT
<i>Scytosiphon lomentarium</i>	11-7	4-6	14.4	1-7(5-6)*	17.1	WT
<i>Colpomenia sinuosa</i>	1-12*	4-5	11.9	4-5;10	15.6	WT
<i>Petalonia debilis</i>	10-4	11-12	10.0	4	10.0	CT
<i>Chorda filum</i>	3-10	4-6	14.4	5-8	17.1	WT
<i>Laminaria japonica</i>	1-12*	3-4	11.1 (7.1;15)#	4-7;10-11 (16.8;10)#	12.3	CT
<i>Undaria pinnatifida</i>	10-7	4-5	14.7 (11.9;17.5)#	5-6 (17.1;15)#	15.3	WT
<i>Dictyota indica</i>	6-12	8-10	23.3	7-11	23.3	ST
<i>Dictyopteris divaricata</i>	1-12*	5-7	19.4	6-9	21.8	ST
<i>Padina crassa</i>	6-11	8-10	23.3	7-11	23.3	ST
<i>Sargassum pallidum</i>	1-12*	9-11	18.9	9-12	18.9	WT
<i>S. thunbergii</i>	1-12*	5-6	17.1	6-10	19.6	WT
<i>S. kjellmanianum</i>	1-12*	5-6	17.1	6-8	19.6	WT
<i>Porphyra yezoensis</i>	11-6	2-3	11.8 (3.6;20)#	12-5 (17.5°C)*	11.2	CT
<i>Gelidium amansii</i>	1-12*	5-7	19.4	4-1	19.4	WT
<i>Gloiopeltis furcata</i>	1-12*	5-6	17.1	4-7	17.1	WT
<i>Corallina officinalis</i>	1-12*	9-10	21.8	4-5;9-11	21.8	ST
<i>Grateloupia filicina</i>	1-12*	9-11	18.9	6-1	18.9	WT
<i>Halymenia sinensis</i>	1-12*	10-12	13.1	7-12	13.1	CT
<i>Gracilaria verrucosa</i>	1-12*	5-6	17.1	1-12	17.1	WT
<i>Gymnogongrus flabelliformis</i>	1-12*	9-11	18.9	1-12	18.9	WT
<i>Ceramium kondoi</i>	1-12*	4-6	14.4	4-12	14.4	CT
<i>Polysiphonia japonica</i>	1-12*	9-11	18.9	6-12	18.9	WT
<i>P. urceolata</i>	11-5	3-4	7.1	2-5	7.1	LB
<i>Symphocladia latiuscula</i>	1-12*	5-6	17.1	1-12	17.1	WT
<i>Chondria tenuissima</i>	1-12*	10-11	16.2	4-12	16.2	WT
<i>Laurencia intermedia</i>	1-12*	9-11	18.9	8-12	18.9	WT

表 3—5 的说明 Explanations for Tables 3—5.

A=Species; B=Period of growth (in months); C=Period of best growth; D=Month; E=Average sea water temperature(°C); F=Period of reproduction (in months); G=Representative value for the optimal growth and reproductive temperature(°C); H=Temperature nature.

LB=亚寒带 Lower boreal; CT=冷温带 Cold temperate; WT=暖温带 Warm temperate; ST=亚热带 Subtropical.

×=生殖盛期 Period of best reproductive activity.

#=括弧内前一数字为该种海藻叶状体(孢子体)阶段的生长或生殖适温,后一数字为丝状体(配子体)阶段的生长或生殖适温。The first figure in the parenthesis is the favorable growth or reproductive temperature of the leafy, sporophytic stage and the second is that of the filamentous, gametophytic stage.

※根据实验所获得的紫菜丝状体的生殖适温平均值。Average favorable reproductive temperature of the *Porphyra Conchocelis* stage, as obtained by experimental studies.

*“1—12”代表全年 12 个月份都采到标本,并不一定是这种海藻生长的开始和衰老的月份,因此,这类海藻有一年生的,也有多年生的。“1—12” signifies that specimens have been collected in January, December as well as in the intervening months, not necessarily carrying the idea that growth of the particular species starts in January and ends in December; thus, such algae may be annuals or perennials.

表 4 黄海西部沿岸海藻常见种类的生长、生长盛期和生殖时期表

Table 4. Periods of growth, of best growth and of reproduction for the common species in the Western Yellow Sea coastal region

A. 种 类	B. 生长时期 (月)	C. 生长盛期		F. 生殖时期 (月)	G. 生长生殖 适温代表值 (°C)	H. 温度性质
		D. 月份	E. 水温平均值 (°C)			
<i>Enteromorpha compressa</i>	1—12*	5—7	19.4	1—12	19.4	WT
<i>E. prolifera</i>	1—12*	3—6	12.1	5—12	17.1	WT
<i>Chaetomorpha aerea</i>	1—12*	5—7	19.4	6—10	21.8	ST
<i>Ralfsia verrucosa</i>	1—12*	11—12	10.0	11	13.1	CT
<i>Halothrix lumbricalis</i>	1—7	4—5	11.9	3—6	11.9	CT
<i>Eudesme virescens</i>	1—7	4	9.2	3—5	9.2	LB
<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>	2—7	3—5	9.5	5—6	14.5	CT
<i>Porphyra tenera</i>	11—5	2—3	11.8 (3.6; 20)#	12—4 (17.5°C)※	11.2	CT
<i>Nemalion helminthoides</i> var. <i>vermiculare</i>	4—9	5—7	19.4	7—9	24.0	ST
<i>Caulacanthus okamurai</i>	5—1	6—7	21.8	7—9(ts); 7(cy)	24.0	ST
<i>Gelidium divaricatum</i>	1—12*	6—7	21.8	7—12(ts); 7—11(cy)	24.0	ST
<i>G. crinale</i>	1—12*	9—10	21.8	7—12(ts)	21.8	ST
<i>Pterocladia tenuis</i>	1—12*	9—10	21.8	7—1(ts); 7, 10(cy)	21.8	ST
<i>Hyalosiphonia caespitosa</i>	1—7	4—5	11.9	6—7	16.9	WT
<i>Amphiroa zonata</i>	1—12*	9—10	21.8	8—11	21.8	ST
<i>Corallina pululifera</i>	6—12	8—10	23.0	9—11	21.7	ST
<i>Nemastoma nakamurae</i>	7—12	10	19.3	9—11(ts); 10—12(cy)	19.3	WT
<i>Gracilaria textorii</i>	1—12*	10—11	16.2	7—11(ts); 7—12(cy)	16.2	WT
<i>Plocamium telfairiae</i>	1—12*	10—11	16.2	12—1(ts)	10.5	CT
<i>Solieria mollis</i>	6—2	9—10	21.8	7—1(ts); 7—12(cy)	21.8	ST
<i>Chryssymenia wrightii</i>	1—12*	5—7	19.4	6—7(ts); 6, 7, 12(cy)	21.8	ST

(續表 4)

A. 种 类	B. 生长时期 (月)	C. 生长盛期		F. 生殖时期 (月)	G. 生长生殖 适温代表值 (°C)	H. 温度性质
		D. 月份	E. 水温平均值 (°C)			
<i>Lomentaria hakodatensis</i>	1—12*	6	19.6	6—10	19.6	WT
<i>Champia parvula</i>	5—12	6—7	21.8	8—10(ts); 7(cy)	24.0	ST
<i>Ceramium boydenii</i>	1—12*	5—6	17.1	6—11	19.6	WT
<i>Campylaeophora hypnaeoides</i>	1—12*	5—7	19.4	8(ts);9(cy)	21.2	ST
<i>Dasya villosa</i>	6—12	10	19.3	8—10(ts); 8—11(cy)	19.3	WT
<i>Heterosiphonia japonica</i>	1—12*	4—5	11.9	5—6(ts);6,11, 12(cy);(11—12)*	11.0	CT
<i>Acrosorium yendoi</i>	1—12*	9—11	18.9	7—2	18.9	WT
<i>Polysiphonia morrowii</i>	2—7	4—5	11.9	4—6	11.9	CT

說明: cy= 囊果 Cystocarp; ts=四分孢子囊 Tetrasporangium.

生殖时期后面没有注明者则这种紅藻的囊果和四分孢子囊在所标明期間內都有出現。

When the reproductive period is not followed by the above abbreviations, both cystocarps and tetrasporangia of the particular red alga have appeared in this period.

表 5 黄海西部沿海藻类局限种类的生长、生长盛期和生殖时期表

Table 5. Periods of growth and of reproduction for the locally abundant species in the Western Yellow Sea coastal region

A. 种 类	B. 生长时期 (月)	C. 生长盛期		F. 生殖时期 (月)	G. 生长生殖 适温代表值 (°C)	H. 温度性质
		D. 月份	E. 水温平均值 (°C)			
<i>Enteromorpha spiralis</i>	1—6	5	14.5	5—6	14.5	CT
<i>Colpomenia bullosa</i>	2—6	3—4	7.1	5	10.8	CT
<i>Pelvetia siliquosa</i>	1—12*	4—6	12.5†	5—10	15.3	WT
<i>Cystophyllum caespitosum</i>	1—12*	4—5	10.0†	6	13.8	CT
<i>Sargassum horneri</i>	1—12*	5—6	15.3†	6—7	17.6	WT
<i>S. siliquastrum</i>	1—12*	5—6	15.3†	6—7	17.6	WT
<i>S. fusiforme</i>	1—12*	5—6	17.1	5—7	17.1	WT
<i>S. shantungensis</i>	1—12*	5—7	19.6	7—10	24.0	ST
<i>Porphyra marginata</i>	11—5	3—4	13.6 (7.1;20)*	1—5 (22°C)*	14.0	CT
<i>P. umbilicalis</i>	11—5	3—4	13.6 (7.1;20)*	2—4 (8°C)*	10.6	CT
<i>Dumontia simplex</i>	10—6	3—4	5.4†	4—6(ts); 5(cy)	9.2	LB
<i>Carpopeltis affinis</i>	1—12*	9—11	18.9	9—1	18.9	WT
<i>Chondrus sinensis</i>	1—12*	5—7	19.6	1—12(ts); 9—1(cy)	13.2	CT
<i>Rhodomela confervoides</i>	9—6	4—5	10.0†	5—6	12.9	CT

說明: † 根据大連水温。Based on surface sea water temperature of Dalian(Dairen).

参考了黄海其他地点的代表种类情况,按其不同类型分别总结为表 3、表 4 和表 5,并根据各种温度性质藻类的数字,整理为表 6。

必須指出,在判断各个种的温度性质的方法上是存在着一些問題的。我們所用的水温资料为青島市 1898—1948 年間的 50 年平均值而我們所分析的材料却是 1947—1960

表 6 黄海西部沿岸海藻区系代表种类的温度性质统计表
 Table 6. Temperature nature of the representative species of the Western Yellow Sea algal flora

A. 温度性质	CO. 冷水性种类		TE. 温水性种类		WA. 暖水性种类	
	UB. 寒带性	LB. 亚寒带性	CT. 冷温带性	WT. 暖温带性	ST. 亚热带性	TR. 热带性
B. 种数	0	5	25	36	18	0
C. 占总数的百分比(%)	0	6	30	43	21	0
B. 种数	5		61		18	
C. 占总数的百分比(%)	6		73		21	

Explanation:

A=Temperature nature; B=Number of species; C=Percentage of the total number of species;
 CO=Cold water species; TE=Temperate water species; WA=Warm water species; UB=Upper Boreal; LB=Lower Boreal; CT=Cold Temperate; WT=Warm Temperate; ST=Subtropical; TR=Tropical.

年間所采的标本。虽然 50 年的水温平均值具有較大的客观性,但由于标本是在另一期間采的,誤差是免不了的。而且,每一种藻类的生长发育盛期是以月作为单位計算的,但是在一些月份里,水温差别很大,特别是 5 月份和 11 月份里,最高最低平均水温相差达 8—9 度之多,几乎等于两个温度级别。由于所掌握的材料所限制,目前还不能做到把每一种的生长发育盛期更精细地划到每一个月份的上、中、下旬。同时,在确定生长发育盛期过程中,由于种种原因,也会有一定成分的主观片面因素。因此,誤差是难免的。不过,尽管存在着这些缺点,我們认为分析结果还是比较符合于实际的,因为温度性质较为明确的种类,如 *Urospora penicilliformis*, *Bryopsis hypnoides*, *Polysiphonia urceolata* 等等,用以上方法进行分析的结果与藻类学家一般所应用的地理分布分析方法完全一致。

四、本海区海藻区系的温度性质

根据表 3—5 的分析和表 6 的综合结果,在黄海西部海藻区系的 84 个代表种类中,冷水性种类有 5 种,都属于亚寒带性,占总数的 6%;温水性种类有 61 种,占总数的 73%,其中属于冷温带性的 25 种,暖温带的 36 种,分别占总数的 30% 和 43%;暖水性种类有 18 种,都属于亚热带性,占总数的 21%。因此,黄海西部海藻区系的温度性质具有很明显的温水性,暖温带性强于冷温带性。

对剩下的 82 种具有参考价值的非代表性宏观种类,我们也根据它们的地理分布进行了分析,结果基本上一样,温水性种类有 66 种,占总数的 80%,其中属于冷温带性的有 30 种,暖温带性的 36 种,分别占总数的 36% 和 44%,也表现了明显的温水性,暖温带性也比冷温带性略为强一些。其他种类中,属于亚寒带性的和亚热带性的各有 8 种,各占总数的 10%。

五、提 要

1. 黄海西部共有 242 种海藻(紅藻、褐藻、綠藻、藍藻及底栖黃藻)。根据所提出的方法进行分析,具有区系代表性的种类共 84 种,其中有 41 优势种、29 习見种和 14 局限种。

2. 本文提出了一个新的海藻温度性质分析方法: 根据某一种海藻的大量标本及野外资料的分析, 了解其生长、生殖情况, 寻找其生长最为繁盛而同时能正常生殖的时期, 并根据这个时期的平均水温, 确定它的温度性质。应用这个标本分析方法, 每一种海藻的温度性质可以根据它在一个海区的生长、生殖情况而确定。

3. 黄海西部区系的代表种类分析结果表明, 这个区系具有很明显的温水性, 属暖温带, 但也含有相当多的冷温带成分。应用地理分布方法对其他种类进行分析也获得了同样的结果。

参 考 文 献

- [1] 曾呈奎、吴超元、孙国玉, 1957. 温度对海带孢子体的生长和发育的影响。植物学报 6(2): 103—130。
- [2] 曾呈奎、张德瑞, 1958. 边紫菜及其系统学地位。植物学报 7(1): 15—25, 图版 I—IV。
- [3] 曾呈奎、张峻甫, 1952. 中国北部的经济海藻。山东大学学报 2: 57—82, 图 1—14。
- [4] 曾呈奎、张峻甫, 1952. 鹿角菜及其分布。植物学报 2(2): 280—297, 图 1—5。
- [5] 曾呈奎、张峻甫, 1954. 中国马尾藻属的研究 I. 海蒿子。植物学报 3(2): 235—254, 图版 I—IV。
- [6] 曾呈奎、张峻甫, 1954. 中国马尾藻属的研究 II. 解氏马尾藻。植物学报 3(4): 353—366, 图版 I—IV。
- [7] 曾呈奎、张峻甫, 1958. 关于鹿角菜的地理分布。海洋与湖沼 1(2): 209—217, 图 1。
- [8] 曾呈奎、张峻甫, 1959. 黄海和东海的经济海藻区系。海洋与湖沼 2(1): 43—52。
- [9] 曾呈奎、张峻甫, 1959. 关于几种褐藻在中国沿岸的不连续分布。海洋与湖沼 2(2): 86—92。
- [10] 曾呈奎、张峻甫, 1959. 北太平洋西部海藻区系的区划问题。海洋与湖沼 2(4): 244—267, 图 1。
- [11] 曾呈奎、张峻甫, 1960. 关于海藻区系性质的分析。海洋与湖沼 3(3): 177—187。
- [12] 曾呈奎、郑柏林, 1954. 青岛海藻的研究 I, 植物学报 3(1): 105—120, 图版 I—III。
- [13] 朱浩然, 1959. 华北微观海藻的研究 1. 蓝藻类。南京大学学报 2: 1—22, 图版 I—V。
- [14] 岡村金太郎, 1936. 日本海藻志。东京内田老鶴園, 9+6+964+11 頁, 图 1—427。
- [15] Collins, F. S., 1919. Chinese marine algae. *Rhodora (Journal New England Bot. Club)* 21(251): 203—207.
- [16] Cotton, A. D., 1915. Some Chinese marine algae. *Kew Bull. Misc. Inform.* 3:107—113.
- [17] Cowdry, N. H., 1922. Algae in Plants of Peitaiho. *Journ. N. China Branch, Roy. Asia. Soc.* 53: 180—181.
- [18] Debeaux, O., 1875. Algues marines recoltées en Chine pendant l'expédition-française de 1860—1862. *Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux* 30:41—56.
- [19] Fan, K. C. (樊恭炬), 1961. Two new species of *Gelidium* from China. *Bot. Mar.* 2(3):247—249, figs. 1—3.
- [20] Gepp, E. S., 1904. Chinese marine algae. *Jour. Bot.* 42:161—165, pl. 460.
- [21] Grubb, V. M., 1932. Marine algae of Korea and China, with notes on the distribution of Chinese marine algae. *Jour. Bot.* 70(828):245—251.
- [22] Howe, W. H., 1924. Chinese marine algae. *Bull. Torrey Bot. Club.* 51(4):133—144, pls. 1, 2.
- [23] Howe, W. H., 1934. Some marine algae of the Shantung Peninsula. *Lingn. Sci. Journ.* 13(4):667—670, f. 1.
- [24] Martens, G. V., 1866. Die Tange. Die Preussische Expedition nach Ost-Asien. *Bot. Theil. Die Tange.* pp. 1—152, pls. I—VIII.
- [25] Tseng, C. K. (曾呈奎), 1936. On marine algae new to China. *Bull. Fan. Mem. Inst. Biol. (Bot.)* 7(5):169—196, pl. VI.
- [26] Tseng, C. K. (曾呈奎), 1937. On marine algae new to China. II. *Ibid.*, 7(6):231—255.
- [27] Tseng, C. K. (曾呈奎), 1938. Notes on some Chinese marine algae. *Lingnan Sci. Journ.* 17(4): 591—604.
- [28] Tseng, C. K. (曾呈奎), and L. C. Li (李良庆), 1935. Some marine algae from Tseingtao and Chefoo, Shantung. *Bull. Fan. Mem. Inst. Biol. (Bot.)* 6(4):183—235, 2 maps.
- [29] Tseng, C. K. (曾呈奎), and P. S. Tang (湯佩松), 1936. On the occurrence of two Laminariaceous plants on China coast with a note on their Iodine content. *Lingn. Sci. Journ.* 15(2):219—224.

AN ANALYTICAL STUDY OF THE MARINE ALGAL FLORA OF THE WESTERN YELLOW SEA COAST

C. K. TSENG AND C. F. CHANG

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

(ABSTRACT)

A historical survey of the various reports relating to the marine algae of the Chinese coastal region of the Western Yellow Sea, including the Po-hai (Gulf of Pe-chi-li) showed that prior to 1949, among the species recorded for this region, there were somewhat less than 100 species which could be accepted, the rest being synonyms or erroneous determination. Since 1949, systematic surveys and studies of the marine flora of this region have been made, and at present the coastal marine algae flora consists of 48 Cyanophyta, 45 Chlorophyta, 1 Xanthophyta, 52 Phaeophyta and 96 Rhodophyta, totaling at 242 species.

Among these species, there are 76 rather inconspicuous species, including besides the blue-green algae, also 28 microscopic algae, the presence of which can be revealed only under microscopic examinations. These algae are not always dealt with in the neighbouring regional floras, and thus their geographical distribution in the Western North Pacific is difficult to delineate. Of the remaining 166 macroscopic species, there are 82 species which are rather rarely or uncommonly met with in the region under discussion and are regarded to be of small value in the analytical study of the temperature nature of the flora. Therefore, the present study was based principally on the analysis of the remaining 84 species, including 41 dominant species, 29 common species and 14 locally abundant species which are regarded as representatives of the regional marine algal flora.

A method has been devised for the analysis of the temperature nature of the marine algae by studying herbarium specimens and field data, provided if there were available, specimens of the same species collected in different months and seasons in the same locality. The present study was based principally on the specimens collected at Qingdao (Tsingtao), and to a lesser extent those at Dalian (Dairen). We found that it is possible by analytical studies of the specimens together with their field data, to find out the best period of growth and reproduction for the species concerned; the average surface sea water temperature of Qingdao or Dalian at the particular period (month or season) may then be taken as representative of the temperature of the best growth and reproduction of the species concerned.

The study showed that among the species thus analyzed, there are 5 cold water species, all being lower boreal (6% of the total), 61 temperate water species (73%), including 25 cold temperate and 36 warm temperate species, and 18 warm water species, all being subtropical (21%). It is therefore concluded that the marine algal flora of the Western Yellow Sea coast is temperate in nature, being proportionately more warm temperate than cold temperate.