

鈎沙菜和冻沙菜的比較研究**

張峻甫 夏恩湛 夏邦美

(中国科学院海洋研究所)

鈎沙菜 (*Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux) 和冻沙菜 (*Hypnea japonica* Tanaka) 是两种經濟海藻。据 DeLoach 等人的实验报告称,鈎沙菜不仅可以制成琼胶,其凝胶强度并超过日本商品的石花菜琼胶^[1]。日本人民除采集冻沙菜食用或作糊料外,并用作制造琼胶的配合原料^[1]。我国海南島文昌县海藻繁殖場曾在核心角一带收购这种海藻,据称銷往我国北方,可能是用作糊料。广东汕头附近的居民俗称此藻为“撕尾冻”,主要作为食用。

我国各地产的此种沙菜究竟是鈎沙菜还是冻沙菜,一直还是没有解决的问题。Setchell (1931) 曾报告了香港地区命名为鈎沙菜的种类;曾呈奎(1935)也曾論及广东沿海产的鈎沙菜。

鈎沙菜是世界上熟知的种类,分布很广。田中刚^[3]研究了日本过去一向被定名为鈎沙菜的标本后,认为日本产的不同于世界各地所产的鈎沙菜,因而建立了一新种,命名为冻沙菜 (*Hypnea japonica* Tanaka)。此后,几乎没有关于冻沙菜的进一步研究,而日本以外的世界各国的记录又都是鈎沙菜。

近年来,我們从福建和广东沿岸分别采到了一些标本共計 78 号^[1]。为了正确地鉴定我国产的这种經濟海藻,同时也为了进一步弄清冻沙菜和鈎沙菜的基本特征,我們結合中国科学院海洋研究所植物标本室收藏的 20 号国外标本,进行了比較研究,借以探討这两种之間的关系。

一、鈎沙菜的建立和形态特征

鈎沙菜是 Wulfen 在 1789 年所創,命名为 *Fucus musciformis* Wulfen。当时的海藻学还很幼稚,分类法也极簡陋,所以墨角藻 (*Fucus*) 一属几乎包括所有已知的大型海藻。1813 年, Lamouroux 建立了沙菜属 (*Hypnea*), 共有 5 个新种,大部分是从墨角藻属中移来,鈎沙菜就是其中之一。模式标本原附生在螃蟹体上,是 Wulfen 在亚得里亚海的里亚斯特 (Triests) 魚市場上見到后采获的。从他的图版上可以看出为一纤细而柔弱的类型^[4]。自从本种建立以来,世界各温暖海区均有记录。

* 中国科学院海洋研究所調查报告第 215 号;本文曾于 1962 年在山东省植物学会年会上宣讀过。

** 本文承本所副所长曾呈奎教授审阅,文中插图为本所馮明华同志描繪,特此致謝。

1) 研究标本的采集者如下(国外标本的采集者見表 1): 54-2387, 2445; 55-1024-3670; 56-2009-3423; 57-6069-6739; 60-3705-5329 张峻甫、郑树栋、徐法礼、曹崇信、周显铜、高树藩、李效义、胡本孚。54-4588-4764 吳宝鈴、馬繼同。55-618 郑文蓮。56-1866 汉口护校。57-2002 海南养殖場。58-5238-5817a; 59-2836-2955 夏恩湛、夏邦美、楊宗岱。59-4032-4264 宝安汕尾水产站、庄屏。作者等对以上同志及各单位深表謝意。

Wulfen 发表鈎沙菜的原文据 De Toni^[17] 的轉載如下:

藻体丛生,分枝甚多,分枝下部絲状,頂端常膨大并向內弧形弯曲,裸露或多枝,小枝向各方广开的伸出,两端漸細;四分孢子囊枝长角果状、具喙的披針形,基部漸細、具不育的柄部;囊果枝刺状、二叉式分枝。

二、冻沙菜的建立和形态特征

冻沙菜是 1941 年田中刚在“日本的沙菜属”一文中所創立的。据称,日本已故藻类学家岡村金太郎^[33]在鉴定日本产的鈎沙菜时曾有所怀疑,并认为将来在仔細研究后可能描述为一独立的新种。田中刚^[36]对冻沙菜的形态特征描述如下:

藻体高 7—20 厘米,寬 1.5—3 毫米,圓柱形,体略杂乱錯綜,形成一团块,纏結于其他的藻体上,亚軟骨質或軟骨質,不規則的分枝,或有些近羽状分枝,整个藻体上没有及頂的主枝;主枝与初生枝成直角;分枝和小枝在基部略微縮,并常常在頂端形成弯曲的鈎状部分;四分孢子囊在末枝的膨大部分;囊为不規則的层形分裂;藻体的中軸粗大,由許多个体較小而壁厚的細胞所組成;髓部細胞常常具有半月形加厚部分。顏色为亮紅或暗紅色。

三、国外定名为鈎沙菜的标本的检查

我們检查的国外标本,除越南民主共和国和印度尼西亚产的 3 号标本外,其他全部均已被鉴定为鈎沙菜 (*Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamx.) (参閱表 1)。

1. 毛里求斯島的标本有 1 号 藻体互相纏結,不規則的分枝,整个藻体除了近枝端部分較稀疏外,都密被小刺枝,藻体具有較明显的膨大的鈎状部分,鈎背冠以小枝。体暗紅色,亚軟骨質,四分孢子囊一般集生于孢子囊枝中部的膨大部分。

2. 印度标本有 2 号 藻体纤细,互相纏結,不規則的互生分枝,枝頂端尖細伸直,偶有內弯現象,但需借扩大鏡始能見到,基部不縮;小枝及刺单条,散生于体上各处;藻体膜質。两号标本中,其一为四分孢子体,孢囊枝单条,頂端膨大,囊集生于膨大处(图版 I, 图 2)。另一为具囊果的配子体,囊果散生在藻体各处的分枝和小枝上。

3. 菲律宾标本 2 号 248 号为許多藻体的碎段所組成。藻体較纤细,錯綜纏結,为不規則的互生分枝,小枝有时呈二叉状分枝;枝扁,寬 435 微米,頂端伸直,无鈎状的膨大部分。枝上被較密的小刺,四分孢子囊枝的頂端常叉分;250 号的标本藻体粗壮,分枝較稀疏,枝上裸露无刺,小枝有时則呈不規則的叉状分枝,枝頂端的鈎状部分膨大,甚明显,但鈎状部分数量不多,体質为亚軟骨質。

4. 日本标本 3 号 岡村的腊叶标本第 14 号的藻体是一段很短的小枝和东道太郎的两号标本都显示出个体粗壮,藻体軟骨質。枝頂端的鈎状部分膨大,极明显,枝上裸露无刺,但具有短枝。其中东道太郎 1926 年采的标本为四分孢子体,孢子囊集生于枝下部的膨大处。(图版 I, 图 7)

5. 美国标本共 4 号 两号采自东南岸的佛罗里达州,其一为 Collins 所鉴定,但只是一极小的片断,显示出藻体略粗大,枝上无刺或少刺,枝頂的鈎状部分明显,藻体亚軟骨質;另一为 Taylor (620 号) 所采,体較錯綜,枝上密被短枝或小刺,枝頂有明显的鈎状部

表 1. 國外定名为鈎沙菜的标本目錄

Table 1. List of the foreign specimens referred of to *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamx.

产地	Locality	采集日期	Date	采集者及号数	Collector and number	鉴定者	Determined by
毛里求斯	Riambel, Mauritius	1950.11.23		R. E. Vaughan 988		Børgesen	
印度	Mandapam (Mannar), India	1950. 2. 3		F. Thivy		F. Thivy	
	Mandapam (Mannar), India	1950. 2.20		F. Thivy		F. Thivy	
菲律宾	Luna, La Union P. I., Philippines			A. H. Benemerito 248*		曾呈奎 C. K. Tseng	
	Luna, La Union P. I., Philippines			A. H. Benemerito 250*		曾呈奎 C. K. Tseng	
日本	Tateyama, Awa, Japan	1926. 9		Higashi 无号		Higashi	
	Noninate, Awa, Japan	1932. 4		Higashi 无号		Higashi	
	Nemoto (Boshu), Japan			Okamura 14		Okamura	
美国	Seontieut Point Fainhaven, Mass., U. S. A.	1937.11. 1		Taylor		Taylor	
	Woods Hole, Mass., U.S.A.	1941. 7		曾呈奎 C. K. Tseng 3174		曾呈奎 C. K. Tseng	
	Dry Tortugos, Florida, U.S.A.	1925. 6. 9		Taylor 620		Taylor	
	Key West, Florida, U.S.A.			C. Messina 188		Collins	
海地	Jérémie, Haiti	1941. 5. 6		H. H. Bartlett 17894		H. H. Bartlett	
	Saint Louis du Sud, Haiti	1941. 5.13		H. H. Bartlett 17957		H. H. Bartlett	
	Dame Marie, Haiti	1941. 5. 1		H. H. Bartlett 17835		H. H. Bartlett	
	Bayeux, Haiti	1941. 6.23		H. H. Bartlett 17995		H. H. Bartlett	
	Leogane, Haiti	1941. 6. 1		H. H. Bartlett 17964		H. H. Bartlett	

有*号者系鉴定者对该号标本的鉴定有疑问或推测可能构成一生态型。

The mark* indicates the plants determined by algologists with query.

分,藻体膜質。另两号采自美国东岸北部的馬薩諸塞州,其一(系 Taylor 所采)分枝繁密,小刺交織其間,另一(曾呈奎采)分枝較稀疏,但两者的分枝均羽状,互生排列,小枝稀少,因此,各級分枝均較裸露,枝頂端的鈎状部分稀少。藻体均为膜質。

6. 海地标本最多,共有 5 号 外形均相同。藻体均錯綜交織,不規則的互生分枝,枝端伸直或有明显的鈎状部分,頂端尖,基部不縮或稍縮。其中 17957 号标本为四分孢子体,孢囊枝单条,頂端尖,囊集生于枝的上或中部的膨大处(图版 I, 图 3—4),但偶有生于下部的(整个标本只見到两个)(图版 I, 图 5) 17964 号标本上混有大量的 *Hypnea cornuta*。

7. 越南标本有 2 号¹⁾(55-672, 55-673) 均为干品复制而成 藻体上裸露无刺,枝頂端的鈎状部分膨大而明显,分枝稀少。藻体軟骨質。

8. 印度尼西亚标本²⁾ 此标本只有 1 号(59-4307)。藻体上裸露无刺,枝頂的鈎状部分不甚明显,分枝較少。体粗壮,为亚軟骨質。

1) 分別由我国前农业部水产局和山东省对外貿易局送交我所囑为鉴定的标本。

2) 系 1959 年 12 月 1 日山东省水产公司送交我所囑代鉴定的海藻样品中检出的。

四、中国沿岸产的这种沙菜的检查

我国各地产的这种沙菜的形态特征 藻体鮮紅色或暗紫紅色，軟骨質，高10—30厘米，寬1.5—3毫米。固着器为不規則的盘状。整个藻体无及頂的主干，3—4回互生的羽状分枝；主干与側枝之間的角度广开。分枝和小枝的基部稍微縮，在其頂部常常形成肉質的、較粗大的、弯曲而色淡的鈎状膨大部分，鈎背上的小刺或有或无。鈎的作用为借此以纏結于其他藻体上，相当于高等植物的卷鬚。末枝的頂端尖銳。內部构造分为皮层和髓部(图版 I, 图 8)。皮层的最外层为小而具有許多色素体的細胞組成，長15—24微米，寬6—7.5微米；髓部則为大的薄壁細胞；長180—320微米，寬60—190微米，有的細胞壁上具有半月形的加厚部分；藻体的中央具有一中軸，但在較老的枝內則中軸不显著。

四分孢子囊集中生长在特殊小枝基部的膨大部分(图版 I, 图 9)，层形分裂，埋在皮层中(图版 I, 图 10)，孢囊枝单条，不分枝，向頂端漸尖細。

囊果无柄，球形隆起，生于末枝上，多位于基部，但也有生于中部及頂端的(图版 I, 图 11)。

生态和生长、繁殖季节 我国产的冻沙菜多纏結于馬尾藻屬或凹頂藻屬种类的藻体上，以枝頂端膨大的鈎状部分纏結。一般生于大干潮綫附近或大干潮綫下数米深处的珊瑚或砂砾上；在风浪較大的岩石上，常錯綜纏結形成团块状。根据現有資料，冻沙菜的幼体初見于秋末。四分孢子囊見于4—11月，囊果出現于4—5月。

标本采集地

福建省：漳浦县古雷半島 6月(54-2378)，11月(60-5178)，(60-5283)，(60-5329)⊕；礼是列島 6月(54-2445)⊕。

广东省：饒平县南澳島 3月(54-4632)。潮阳县 1月(60-3965)。惠来县 3月(56-3043)，(56-3143)。陆丰县甲子鎮 3月(54-4694)。海丰县遮浪 1月(60-3705)，2月(56-2825)，(56-2898)，(58-2736)，3月(56-1866)，(56-3306)，(56-3342)，(56-3423)，4月(54-4588)，9月(60-4974)；捷胜 2月(56-2641)，(56-2672)，(56-2704)，9月(60-4887)；汕尾 1月(56-3252)，3月(56-3182)，5月(54-4603)，7月(59-4035)。惠阳县平海 2月(56-2378)，(56-2420)，(56-2514)，(56-2522)。大亚湾 2月(56-2599)。宝安县 4月(59-4032a)，(59-4262)。台山县上川島 2月(55-1024)，(55-1078)，(55-1108)，(55-1139)，12月(55-3519)，(55-3561)，(55-3626)，(55-3670)；下川島 1月(56-2009)，(56-2153)。阳江县海陵島 3月(55-1263)，(55-1291)，5月(54-4732)，(54-4750)⊕，6月(54-4764)，12月(55-3331)，(55-3409)，(55-3475)。碇洲島 4月(55-1557)，(55-1615)，(55-1723)♀，(55-2224)⊕，6月(55-2285)⊕，8月(60-4642)，(60-4717)。徐聞县 3月(55-1452)，(55-1454)，(55-1467)，(55-1468)，(55-1483)。海南島：文昌县抱虎港 5月(58-5817a)♀。琼海县 7月(57-6713)，(57-6739)⊕，8月(59-4242)。崖县 6月(57-6069)⊕，12月(59-2836)，(59-2876)，(59-2920)。乐东县鶯歌海 4月(55-618)，(58-5238)，(58-5264)，12月(59-2955)。昌感县 11月(57-2002)。

討論 我国各地产的冻沙菜一般均符合田中的描述，但至少要有4个类型；第1类型，具有二叉分枝的趋向，这一类型在主枝或初生枝的部分分枝处以及多数末端部分都呈二叉式分枝；主枝粗硬，分枝距离疏远，枝上有时具小枝偏生，偶有三叉分枝現象。枝上裸露，一般无小刺。第2类型，分枝一般为羽状互生排列，枝距疏远，但常散有稀疏且有长短不等的小枝，偏生現象也有时发现。第3类型，枝頂端几乎都有程度不同的弯曲，藻体上

膨大的鈎状部分极多,且极明显。分枝为羽状互生排列,枝上裸露无刺,也无小枝。第4类型的分枝较多,短枝也较繁密。这4个类型的藻体一般均有中間类型。

此外,我們还检查了已被鉴定为鈎沙菜的4号香港标本(鉴定者曾呈奎)。其中除 Taam A 42号(1941, II, 26)外,其余3号的藻体均已完全成熟。Tseng 2631号(1939, V, 17)和 Taam A87号(1941, IV, 26)为雌配子体;Tseng 2745号的标本有两棵藻体,左侧的为四分孢子体,右侧的为雌配子体。这些藻体都比较粗壮,軟骨質,分枝稍多,各级分枝均裸露,鈎状膨大部分很明显。雌配子体上繁生单条或有分枝的囊果枝,藻体上几乎沒有不育的小枝。四分孢子体上的四分孢子囊集生在孢囊枝的下部或略向中部延伸。Setchell 认为香港地区的鈎沙菜是否为一种,还不能肯定^[35]。

五、鈎沙菜与冻沙菜在形态特征上的比較

田中在建立冻沙菜这一新种时认为冻沙菜和鈎沙菜是近緣的种类,两种間的区别点为:冻沙菜的体大,軟骨質而鈎沙菜的藻体則纤细,膜質。但是,从已被定名为鈎沙菜的国外标本的检查中,我們看到了藻体自纤细至粗大,体質从膜質至亚軟骨質,其間存在着一系列的中間类型。值得提出的是美国馬薩諸塞州产的两个鈎沙菜标本,藻体虽均为膜質,但体较粗大;毛里求斯島产的鈎沙菜藻体虽纤细,但为亚軟骨質;美国 Messina 188号标本的藻体较粗大,也为亚軟骨質。因此,我們曾一度对冻沙菜是否是一独立种感到怀疑。接着,在进行了一系列的营养器官和生殖器官内外形态的比較研究后,我們发现鈎沙菜的四分孢子囊一般都集生在孢囊枝的中部或上部(图版 I, 图 1—4);而冻沙菜的四分孢子囊則极甚規律地集生于囊枝的下部或略向上延伸至中部(图版 I, 图 7,9)。应该注意的是本种在成熟时,它的四分孢子囊枝的上部容易断去,易于被誤认为四分孢子囊是可以集生在孢囊枝中部,但一經仔細观察,就可以看出孢囊枝上存在着明显的断痕。

有关鈎沙菜的记录文献很多,遺憾的是很少有关四分孢子囊生长地位的描述。在我們所能看到的文献中,只有 Harvey 描述了本种的四分孢子囊集生在生殖枝的中部^[21]。Hauck^[22] 描述鈎沙菜的四分孢子囊集生在孢囊枝基部以上或中部。Kützing^[26] 的孢囊枝的放大图虽然很象是四分孢子囊集生在孢囊枝的下部,但很显然孢囊枝的下部已折断,因为我們从另外的一个藻体外形图上还可以看出一些囊枝上的四分孢子囊集生在中或中上部。但 Hoyt 則指出鈎沙菜的四分孢子囊集生在末枝的基部或近基部的膨大处^[24]。Weber-van Bosse 在 *Hypnea musciformis* var. *hippuroides* 的藻体外形图(Fig. 187)的左侧,画有四分孢子囊集生在生殖枝頂端的图^[41]。但这一变种究竟是变种还是独立种,尙有待深入的研究。这些記載表明,藻类学家对鈎沙菜的四分孢子囊集生地位的認識都不够全面。

田中在建立冻沙菜新种时,附有两个很好的四分孢子囊集生在孢囊枝下部的图。我們检查过的日本标本(东道太郎采)(图版 I, 图 7)也和田中的記載相同。此外,在我們检查过的具四分孢子囊的8号中国标本也都极其規律地集生在孢囊枝的下部,在极少数的孢囊枝上,偶有延伸至中部的。这种情况也見于香港标本。

我們从产地遍布于印度洋、太平洋和大西洋,并且由許多著名海藻学家所鉴定的鈎沙菜标本中可以看出鈎沙菜的四分孢子囊一般是集生在孢囊枝的中部,少数可以向下延伸(在一个标本中只能見到极少数),至于冻沙菜的四分孢子囊則以集生在囊枝下部为主。

因此,我們确信四分孢子囊集生在孢囊枝的位置是两种間的基本区别,而这一点的区别对于种的分化看来比起田中所提出的体形和体质的不同是具有更重要的意义。

六、国内外鈎沙菜和冻沙菜标本的重新鉴定

根据上述的鈎沙菜和冻沙菜的形态特征和基本区别,我們对国内外的 102 号标本进行了重新鉴定:其中中国,日本,越南,印度尼西亚和菲律宾标本的 Benemerito 250 号均为冻沙菜,香港标本也属此种。在其余的标本中,除了菲律宾的 Benemerito 248 号外,均为鈎沙菜。Benemerito 248 号标本为四分孢子体,囊枝分歧,无明显的鈎状部分,可能为沙菜属的其他种类;海地标本 Bartlett 17964 号,只有一小段枝为鈎沙菜,絕大部分均为 *Hypnea cornuta*。

七、鈎沙菜和冻沙菜的地理分布

鈎沙菜是世界温暖水域中的种类,分布于印度洋:印度、巴基斯坦、錫兰、印度尼西亚、澳洲西岸和南岸和毛里求斯島;太平洋:新西兰、秘魯;大西洋:美国(馬薩諸塞州南部以南地区)經加勒比海、巴西至烏拉圭,法国(諾曼底)、西班牙以及卡內里羣島;地中海;紅海。

冻沙菜过去只知其分布于日本本州太平洋岸的中南部,日本海岸的中南部,九州西部,琉球羣島和我国台湾省的基隆、大里。根据我們的研究,更扩大至我国福建省漳浦县以南經广东大陆沿岸,包括香港地区至海南島和越南、菲律宾、印度尼西亚等地。

根据上述的分布情况,可以看出鈎沙菜是遍布于大西洋两岸和印度洋的温暖水域中的种类,不見于太平洋,虽然秘魯有过本种的记录^[23],但作者曾說明采到的只是漂来的一小段藻体,根据太平洋东岸迄今还没有这两种中任何一种的记录和該地海藻区系性质来判断,这一小段漂来的藻体很可能是錯誤的鉴定;至于新西兰和印尼的记录是鈎沙菜抑是冻沙菜,还有待于重新鉴定。Womersley 曾报告了澳洲南岸的坎格魯島也产有鈎沙菜,但他仍抱有怀疑,并称該地标本的枝頂端没有鈎状膨大部分,因此,这个记录还不能完全肯定。冻沙菜的地理分布表明本种是太平洋西部的特有种;它可能起源于赤道附近,随着北赤道海流和黑潮暖流北上,它在日本海的北界是日本本州越后的粟島^[1];日本太平洋岸的北界为千叶半島^[36]。我国除見于台湾島北部的基隆、大里外,在大陆沿岸的北界为福建省漳浦县的古雷半島和礼是列島,这对我国海藻区系的划分具有一定的意义。根据地理分布观点,显然,这两种海藻都是暖水种类,起源于热带海洋中,随着暖流或有关的海流向赤道南北两个方向或只向北面分布。

提 要

1. 鈎沙菜 *Hypnea musciformis* 是广布于世界温暖水域中的种类,各地的记录很多。日本藻类学家田中剛在“日本沙菜属的研究”一文中认为:著名的日本海藻类学家岡村金太郎以前报导的日本产的鈎沙菜与世界其他各地产的不同,因而建立了另一新种,命名为 *H. japonica*, 中文学名称作冻沙菜。

2. 冻沙菜創立后,除日本外,世界其他地区迄今没有任何报导,在田中建立冻沙菜这一新种前,我国广东省和香港地区也有鈎沙菜的记录。解放以后,我所的工作同志曾采到大量的本种标本。为了正确

地鉴定这些标本的学名, 我們参考了我所海洋植物标本室收藏的产于世界各地并被許多著名藻类学家所鉴定的鈎沙菜标本。经过全面比較研究后, 我們感到田中在建种时所提到的作为两种間区别特点的体形和体质, 在世界各地产的被命名为鈎沙菜的标本中存在着与冻沙菜之間的中間类型。最初, 我們曾怀疑冻沙菜是否是一个独立种, 但經仔細比較后, 发现鈎沙菜的四分孢子囊一般都集生在孢囊枝的中部或上部, 在极少数情况下偶有下延的; 而冻沙菜則极其規律地只集生在孢囊枝的下部或稍向中部延伸。因此, 四分孢子囊集生在孢囊枝上的位置可作为两种間区别的主要特征。

3. 根据两种間的主要区别特征, 我們对国内外定名为鈎沙菜的标本进行了重新鉴定, 更正了一些国内外定名为鈎沙菜的标本, 并确定我国各地所产的均为冻沙菜。

4. 文中还討論了这两个种的地理分布, 就目前資料而論, 鈎沙菜系分布于大西洋两岸和印度洋的种类型, 不見于太平洋; 而冻沙菜則是太平洋西部的特有种。

参 考 文 献

- [1] 广桥尧, 1937. 越后粟島沿岸の藻类分布に就て (III). 植物及动物 5(6): 1123—1133.
- [2] 岡村金太郎, 1936. 日本海藻志. 日本东京, 内田老鶴園, 9+6+964+11 頁.
- [3] 柳川鉄之助, 1942. 寒天. 日本东京, 工业图书株式会社. 352 頁.
- [4] 潮川宗吉, 1956. 原色日本海藻图鉴. 日本大阪保育社. 18+175 頁, 72 图版 + 72 图.
- [5] Agardh, J. G., 1852. Species genera et ordines algarum. Lund. 2(2): 442.
- [6] Borgesen, F., 1915—1920. The marine algae of the Danish West Indies. vol. 2 Rhodophyceae. *Dansk Botanisk Arkiv*, Copenhagen, 2(3): 1—504.
- [7] ———, 1929. Marine algae from the Canary Islands. III. Rhodophyceae. Pt. II, Cryptonemiales, Gigartinales and Rhodymeniales. *Det Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Medd.* 8(1): 1—97, pls. 1—IV.
- [8] ———, 1935. A list of marine algae from Bombay. *ibid.* 12(2): 1—64, text figs. 1—25, pls. I—X.
- [9] ———, 1937. Contributions to a South Indian marine algae flora. I. *Journ. Indian Bot. Soc.* 16(1/2): 1—56, text figs. 1—3, pl. 1.
- [10] ———, 1938. Contributions to a South Indian marine algae flora. III. *ibid.*, 17(4): 205—242. text figs. 1—13, pls. VII—VIII.
- [11] ———, 1943. Some marine algae from Mauritius, III. Rhodophyceae. Pt. II, Gelidiales, Cryptonemiales, Gigartinales. *K. Danske Vidensk. Selsk., Biol. Meddel.* 19(1): 1—85, 42 figs. 2 pls.
- [12] ———, 1954. Some marine algae from Mauritius. Additions to the parts previously published, VI. *ibid.* 22(4): 1—51, 21 figs.
- [13] Britton, N. L., 1918. Flora of Bermuda. New York, Charles Scribner's Sons. xi+585.
- [14] Collins, F. S. and A. B. Hervey., 1917. The algae of Bermuda. *Proc. Amer. Acad. Arts and Sci.*, 53: 3—195, pls. 1—6.
- [15] DeLoach, W. S., O. C. Wilton, H. J. Humm and F. A. Wolf., 1946. Preparation of an agar-like gel from *Hypnea musciformis*. *Duke Univ. Mar. Stat. Bulletin* No. 3: 31—39, figs. 1—9.
- [16] Durairarnam, M., 1961. Contribution to the study of the marine algae of Ceylon. *Fish. Resear. Stat. Dept. Fish., Ceylon. Bull.* No. 10. 181 pp., 32 pls.
- [17] De Toni, J. B., 1900. Sylloge Algarum ... Published by the author, Patavii. 4(2): 387—776.
- [18] Farlow, W. G., 1881. The marine algae of New England. Rep. U. S. Comm. Fish and Fisheries for 1879, Appendix A+1: 1+210.
- [19] Feldmann, J., 1937. Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée la côte des Alberes. *Rev. Algol.* 10: 1—339. Paris.
- [20] ———, 1941. Les algues marine de la cote des Alberes iv Rhodophycees. *ibid.* 12: 77—100, figs. 26—34.
- [21] Harvey, W. H., 1853. Nereis Boreali-Americana. *Smithson. Contrib. to Knowledge*. Pt. II, 1—258.
- [22] Hauck, F., 1885. Die Meeresalgen Deutschlands und Österreichs. Eduard Kummer, Leipzig. 575 pp. text figs. 1—236, 5 pls.
- [23] Howe, M. A., 1914. The marine algae of Peru. *Mem. Torrey Bot. Club.*, 15: 1—185, 66 pls.
- [24] Hoyt, W. D., 1920. Marine algae of Beaufort, North Carolina, and adjacent regions. *Bull. Bur. Fi-*

- series* (U. S.). 36: 367—556.
- [25] Kützing, F. T., 1849. *Species Algarum*. F. A. Brockhaus, Leipzig. 922 pp.
- [26] ———, 1868. *Tabulae Phycologicae*. Vol. XVIII pp. 1—35, Taf. 1—100.
- [27] Kylin, H., 1930. Über die Entwicklungsgeschichte der Florideen. *Lunds Univ. Arsskr. N. F. Avd. 2*. 26(6): 1—103, figs. 1—56.
- [28] ———, 1932. Florideenordnung Gigartinales. *ibid.* 28(8): 1—88, text-figs. 1—22, pls. 1—28.
- [29] Laing, R. M., 1939. New Zealand seaweeds reference list No. II. The Rhodophyceae-Part A. (Bangiales, Nemalionales, Cryptonemiales and Gigartinales). *Trans. Roy. Soc. New Zealand*, 69(1): 134—164.
- [30] Lucas, A. H. S. and F. Perrin, 1947. The seaweeds of south Australia, Part II. The red seaweeds, pp. 113—458, figs. 1—202.
- [31] May, V., 1951. Studies on Australia marine algae VI, New geographical records of certain species. *Proc. Linn. Soc. New South Wales* 76(3—4): 83—87.
- [32] Newton, L. M., 1953. Marine Algae. *John Murray Expedition 1933—1934, Scientific Reports*. 9(5): 395—420, pls. I—IV.
- [33] Okamura, K. (岡村金太郎), 1909. Icones of Japanese Algae. 2(2): 21—40, pls. 56—60. Tokyo.
- [34] ———, 1930. On the algae from the Island Hatidyo. *Rec. Oceanogr. Works Jan.* 2(2): 92—110, pls. 6—10.
- [35] Setchell, W. A., 1931. Hong Kong Seaweed. I. *Hong Kong Nat.* 2(1): 39—60, figs. 1—9.
- [36] Tanaka, T. (田中剛), 1941. The genus *Hypnea* from Japan. *Sci. Pap. Inst. Algol., Fac. Sci., Hokkaido Imp. Univ.*, 2(2): 227—250.
- [37] Taylor, W. R., 1928. Marine algae of Florida with special reference to the Dry Tortugas. *Pap. Tortugas Lab. Carnegis Inst. Wash.*, 25. (publ. 379): 1—219. 37 pls.
- [38] ———, 1943. Marine algae from Haiti collected by H. H. Bartlett in 1941. *Pap. Mich. Acad. Sci., Arts and Letters*, 28: 143—163, pls. 1—4.
- [39] ———, 1957. Marine Algae of the Northeastern Coast of North America. revised edition. Univ. Mich. Press. ix+509 pp., 60 pls.
- [40] ———, 1960. Marine Algae of the Eastern Tropical and Subtropical Coasts of the Americas. *Univ. Mich. Stud., Sci. Ser.*, 21: ix+1+870, 80 pls., Univ. Mich. Press.
- [41] Tseng, C. K. (曾呈奎), 1935. Economic seaweeds of Kwangtung province, S. China. *Lingnan Sci. Jour.* 14(1): 93—103, figs. 1—2, pls. 1—2.
- [42] Turner, D., 1809. Fuci sive plantarum fucorum generi a botanicis ascriptarum icones descriptiones et historia, Vol. 2. 162+2, pls. 72—134.
- [43] Womersley, H. B. S., 1950. The marine algae of Kangaroo Island III. List of species, 1. *Trans. Roy. Soc. S. Aust.* 73(2): 137—197, figs. 1—2.
- [44] Weber-van Bosse, 1928. List des Algues du siboga. II Rhodophyceae, troisième partie, Gigartinales et Rhodymeniales, pp. 393—533, pls. 11—16. *Siboga Expeditie Monog.* 59. E. J. Brill, Leiden.

A COMPARATIVE STUDY OF *HYPNEA MUSCIFORMIS* (WULF.) LAMOUROUX AND *HYPNEA JAPONICA* TANAKA

C. F. CHANG, E. Z. XIA AND B. M. XIA

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

(ABSTRACT)

The marine alga which is called "Ci-wei-dong" in our country has long been passed among us under the name *Hypnea musciformis* (Wulf.) Lamouroux since it was identified to that species by previous algologist.

Tanaka (1941) established a new species *Hypnea japonica* Tanaka, which was rather closely related to *H. musciformis*. He noted that "This new species has some resemblance to *H. musciformis* (Wulf.) Lamouroux, but it is large and cartilaginous, while in *H. musciformis* (Wulf.) Lamouroux the frond is membranaceous and slender." Our study shows that, the above mentioned characteristic is very variable, hence unreliable. Very fortunately, many foreign specimens from various sources (see Table 1) deposited in the Herbarium of the Institute of Oceanology, Academia Sinica were available for our study, thus rendering the present study possible.

The writers were at first tempted to refer *H. japonica* as a variety of *H. musciformis*. Later, after a thorough of all specimens, we found a difference between the two related species in the position of the tetrasporangia. In *H. musciformis*, tetrasporangia are scattered over the swollen portions in the upper and middle parts of tetrasporic branch, or in very rare cases, they are scattered over the swollen portions at the lower part of tetrasporic branch. In *H. japonica*, tetrasporangia scattered over swollen portions at or near the lower part of tetrasporic branch. This constant characteristic bears important taxonomic significance, and offers a reliable characteristic for separating *H. japonica* from *H. musciformis*.

After reexamination of the Chinese and foreign specimens on the basis of the above discussed characteristic, we have come to the conclusion that specimens of R. E. Vaughan's No. 988 (Mauritius), F. Thivy (two sheets, without collective number from India), C. K. Tseng's No. 3174 (Woods Hole, U.S.A.), C. Messina's No. 188 (Florida, U.S.A.), W. R. Taylor's No. 620 (Florida, U.S.A.) and a numberless one (Mass., U.S.A.), H. H. Bartlett's No. 17835, No. 17894, No. 17957, No. 17964 and No. 17995 (Haiti) are referable to *H. musciformis* and specimens collected from China, Japan, Viet Nam, Philippines (except A. N. Benemerito's No. 248) and Indonesia are referable to *H. japonica*. Specimens of Hong Kong are referable to *H. japonica* too. A N. Bernemerito's No. 248 is clearly not either of them.

In the present paper, discussion has been devoted to the geographical distribution of *H. musciformis* and *H. japonica*.

圖版 I 說明

- 1—5. 鈎沙菜的四分孢子囊羣在孢囊枝上不同地位的变异。1. 1950年11月 R.E. Vaughan (No. 988) 采自毛里求斯島；2. 1950年2月20日 F. Thivy 采自印度；3—5. 1941年5月13日 H. H. Bartlett (No. 17957) 采自海地。
6. 鈎沙菜四分孢子体分枝的一部分，其上生有四分孢子囊枝，1950年2月20日 F. Thivy 采自印度。×約8。
7. 冻沙菜的四分孢子囊集生在孢囊枝的下部，1926年9月东道太郎采自日本。
8. 冻沙菜藻体的橫切面 (58-5817a) 1958年5月采自海南島文昌县抱虎港。
9. 冻沙菜的四分孢子囊集生在孢囊枝的下部，(58-5817a) 1958年5月采自海南島文昌县抱虎港。
10. 冻沙菜四分孢子体的橫切面 (58-5817a)，1958年5月采自海南島文昌县抱虎港。×約133。
11. 冻沙菜的囊果枝 (58-5817a)，1958年5月采自海南島文昌县抱虎港。
(除6和10外，其余均約×16)。

Explanation of Plate I

- 1—5. *Hypnea musciformis* (Wulf.) Lamouroux, to show variations in the positions of tetrasporangial sorus. Fig. 1. Specimen collected by R. E. Vaughan (No. 988) at Riambel, Mauritius, November, 1950; Fig. 2. Specimen collected by F. Thivy, at Mandapan (Mannar), India, on 20, II, 1950; Figs. 3—5. Specimen collected by H. H. Bartlett (No. 17957) at Saint Louis du Sud, Haiti, on 13, V, 1941.
6. *Hypnea musciformis* (Wulf.) Lamouroux, showing part of a branch with tetrasporic branches, specimen collected by F. Thivy, at Mandapan (Mannar), India, on 20, II, 1950, × ca. 12.
7. *Hypnea japonica* Tanaka, showing tetrasporangia scattered over the swollen portion at bases of a tetrasporic branch, specimen collected by M. Higashi, at Tateyama, Awa Prov., Japan, September, 1926.
8. *Hypnea japonica* Tanaka, transverse section of the frond, (No. AST 58—5817a) collected from Paohuchiue, Hainan Island, China, on 17, V, 1958.
9. *Hypnea japonica* Tanaka, showing tetrasporangia scattered over the swollen portion at bases of a tetrasporic branch (No. AST 58—5817a), specimen collected from Paohuchiue, Hainan Island, China, on 17, V, 1958.
10. *Hypnea japonica* Tanaka, transverse section of a tetrasporic branch (No. AST 58—5817a), specimen collected from Paohuchiue, Hainan Island, China, on 17, V, 1958. × ca. 133.
11. *Hypnea japonica* Tanaka, a cystocarpic branch (No. AST 58—5817a), specimen collected from Paohuchiue, Hainan Island, China, on 17, V, 1958.
(All of the figures except figs. 6 and 10 are × ca. 16).

