

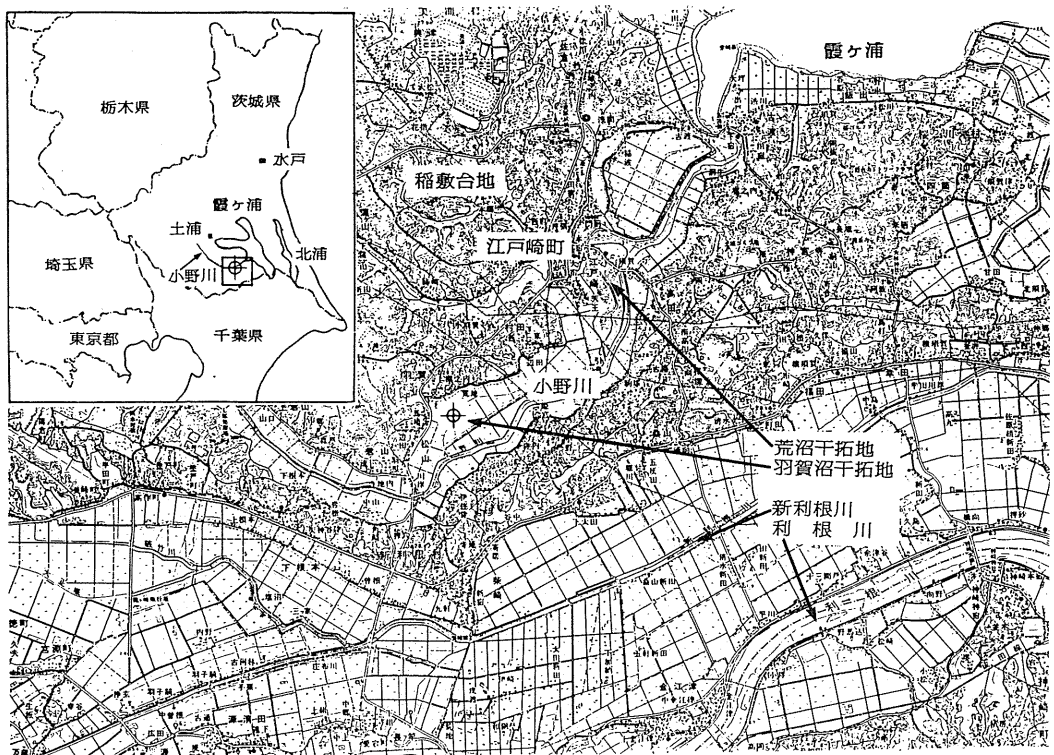
茨城県江戸崎町羽賀沼干拓地における ジュンサイ栽培上の問題点*

松田智明・原 弘道

ジュンサイ (*Brasenia schreberi* J. F. Gmel.) はスイレン科に属する1属1種の淡水性の多年生浮葉植物で、アジア各地(日本、朝鮮半島、中国、インド北部など)のほか、アフリカ、オーストラリア、北アメリカなどの温帯域を中心に世界中に広く分布が認められている^{6, 10, 12)}。ジュンサイは日本や中国では水中にある茎先端部を未展開葉とともに採取し食用とする水生蔬菜で、茎先端部を被う“ヌル”と呼ばれる透明な寒天様の粘質

物の量が多いほど良質とされる。

土崎の調査¹³⁾によれば、日本におけるジュンサイの分布と採取の現状は、東北地方が最も多く、中国、近畿、北海道地方の順に少なくなり、関東、中部および九州地方は極く少ないという。また、その分布域は自然池沼や溜池が中心で、ほとんど自生であるが、近年全国的に減少しつつあるといわれている。しかし、福島県北塩原地方¹¹⁾や秋田県のように水田における栽培化に成功してい



第1図 調査地(羽賀沼干拓地)の位置

* ジュンサイの生育と形態に関する研究 第1報。

る所もある。

現在、低湿地において栽培可能で多収入の見込める作物は、水稻を除けば食用作物にはほとんど見当らず、ハス、セリ、クワイなどの水生蔬菜に可能性が見い出されるのみである。茨城県南地方の低湿地ではハスの栽培が著しく多いが、生産過剰の恐れもあって、水田転作目の拡大に対する期待は大きい。

このような状況の中で、茨城県南地方の江戸崎町羽賀沼干拓地(第1図)において、ジュンサイ栽培の導入・定着をはかる試みが進められている。すなわち、江戸崎土地改良事務所が中心となって、1981年に、当時すでに全国一の生産量を上げ、安定した主産地を形成していた秋田県から、ジュンサイの栽培技術と苗を導入することで栽培化の試みが始められたという¹⁾。しかし、導入後4年を経過して試作田における栽培は一応軌道に乗ったものの、ジュンサイの品質を左右するヌルの量が少ないことなどの栽培技術上の問題点も生じているといわれる。しかしながら、ジュンサイの栽培に関する報告はほとんど見当たらないのが現状である。

著者らは1985年8月に羽賀沼干拓地においてジュンサイ試作田の実態調査を行う機会を得たので、現地調査を実施し、標本を採取して生育調査および形態学的観察を行った。この報告は、二、三の知見を得た調査・観察結果を基礎にして、茨城県南地方にジュンサイ栽培を定着させる上で重要と考えられる栽培技術上の問題点を整理し、改善の方策を探ろうと試みたものである。

材料および方法

調査地は、茨城県稲敷郡江戸崎町の羽賀沼干拓地内(第1図)で、1981年に造成・移植された試作田(栽培区Iとする)および近接地に1982年に造成・移植された試作田(栽培区IIとする)である。このほかに、江戸崎土

地改良事務所において、コンクリート製水槽(3m×1m、深さ約0.5m)で栽培されているジュンサイ(栽培区IIIとする)も含めて調査対象とした。羽賀沼干拓地の立地条件、ジュンサイの導入経過、これまでの栽培試験の結果などの概要については、江戸崎土地改良事務所ならびに江戸崎地区農業改良普及所の栽培関係者から説明を受けた。

3か所の栽培区では、主として水質、水深、虫害、水生雑草などに注目しつつ全体の生育状態を観察し、さらに、各栽培区の生育状態を代表する平均的な個体各10株を採取し、測定・観察の材料とした。

生育調査としては、各節位別に、葉身の長径と短径、葉柄長、節間長および未展開葉を含む莖先端部(食用とする部分、以下収穫部とする)の生体重を測定し、さらに、各器官におけるヌルの着生程度は、第1表に示したような6段階(ⅢⅢ～-)の判定基準を作り、これに従って記録した。

第1表 本報で用いたジュンサイにおけるヌルの着生程度の判定基準

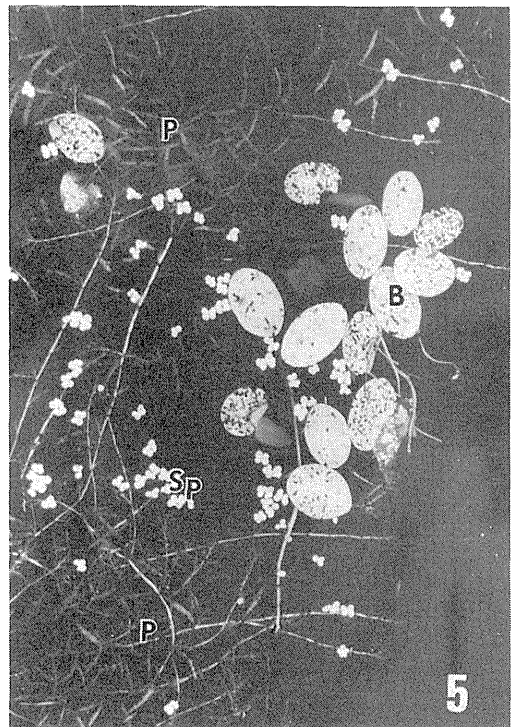
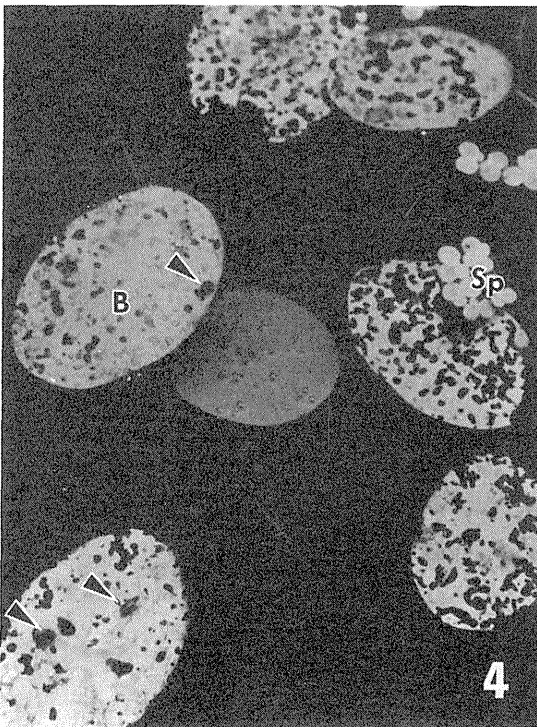
ヌルの着生程度		対応する実測値
ⅢⅢ	極めて厚い	> 2mm
Ⅲ	厚い	1~2mm
Ⅱ	やや厚い	0.5~1mm
+	薄く少ない	0.2~0.5mm
±	肉眼では見えないがヌルの感触あり	< 0.2mm
-	ヌルの感触なし	0

また、生育調査を行った材料から平均的な個体を選び、徒手切片を無染色または0.05%トルイジンブルーO水溶液で染色して光学顕微鏡観察し、各節位別に、葉身の厚さ(葉厚)、葉柄と節間の長径と短径およびヌルの厚さを計測した。

第2, 3図. 試作田におけるジュンサイの生育状態。水面の露出が多く葉面積指数は1以下である。ジュンサイハムシによる浮葉の食害が目立つ。

第4図. ジュンサイハムシに食害された浮葉(B)。矢印はジュンサイハムシの成虫。Sp; ウキクサ。

第5図. 沈水性の雑草エビモ(P)の群生状態。



なお、ジュンサイの各器官に着生しているヌルは容易に取り除くことができない。このため、収量に対するヌルの寄与率の測定に際しては、収穫部に一定量の5%水酸化ナトリウム水溶液を加えてから振盪機で振動を与え、ヌルを分離した。

試作田造成時(1981年4月28日)の元肥は大豆粕100kgと化成肥料(5-20-20)20kg/10aで、追肥として大豆粕80kg/10aが施用されていた¹⁾。その後、元肥および追肥とも造成時と同様に水面施用が行われている。

なお、造成時の栽植密度は1m×1m植えで1000本/10aであった。

結 果

1. 試作田における栽培の現状

1985年8月に調査した試作田(栽培区I, II)におけるジュンサイの生育状態を第2~4図に示した。水面の観察から栽培区I, IIに共通して認められた特徴は、(1)浮葉が小さく数が少ない、(2)そのために、水面の露出部分が多く、LAI(葉面積指数)が明らかに1以下である、(3)ほとんどの浮葉に食害痕がみられ、食害程度の著しい葉は大部分が黄化している、(4)浮遊性の雑草であるウキクサ(*Spirodela polyrhiza* Schleid.)の繁殖がみられる(第3~5図)ことなどであった。

第4図は食害程度の著しい栽培区IIの浮葉で、矢印の部分に害虫が認められる。調査の結果、この害虫はジュンサイハムシ(*Galerucella nipponensis* Laboissière)で、ジュンサイのほかにも、ヒジ、ミズユキノシタ、シロネなどを食草にするという⁹⁾。本調査では、幼虫(白い蛆)による被害が主で、小幼虫は葉組織中に、大型になると重なった葉の間や切り取った2枚の小葉片の

間にかくれて葉身の全組織を食害し、葉が黄化したりほとんど食べ尽すと2枚の葉片の間に潜んで浮遊し新しい葉へ移動するとともに、2枚の葉の間で蛹化することなどが明らかになっている。ジュンサイハムシは浮葉の出現(5月)以降10月まで認められることから、連続して繁殖をくり返しているのであろう。

つぎに、栽培区I, IIは水深30~40cmで地下水が給水されていたが、揚水機の容量不足のためIとIIに同時に多量の給水ができず、調査時までのしばらくの期間Iの方へより多くの給水が行われていたという。このため、水の透明度は明らかにIの方が良好で、IIは濁っていた。恐らくこのことと関連して、栽培区Iでは大型の沈水性植物である、イトヤナギモ(*Potamogeton pusillus* L.), クロモ(*Hydrilla verticillata* Casp. var. *Roxburghii* Casp.), エビモ(*P. crispus* L.)などが混生して大群落を作り、本調査の直前に箱舟を使って除草作業が行われたが、まだ多量に残っていた。第5図はエビモ(P)の群生状態を示したものである。これら大型の藻の繁殖によってIの水温は中~底部で明らかにIIよりも低くなっていた。なお、試作田造成当時にはジャジクモやマツモが多くみられたというが、本調査ではマツモがわずかにみられたのみでジャジクモは認められなかった。

一方、栽培区IIでは大型の藻がみられない代りに緑藻類(Chlorophyta)の繁殖が著しく、そのために水の透明度が低く緑色に濁っており、ジュンサイの水中茎および下位の葉柄が暗緑色を呈していた。そこで、茎の切片を作って検鏡したところ、第6図のように、その表面に多数の緑藻類(C)が着生し繁殖していることが明らかになった。このような水中茎への緑藻類の着生は他では

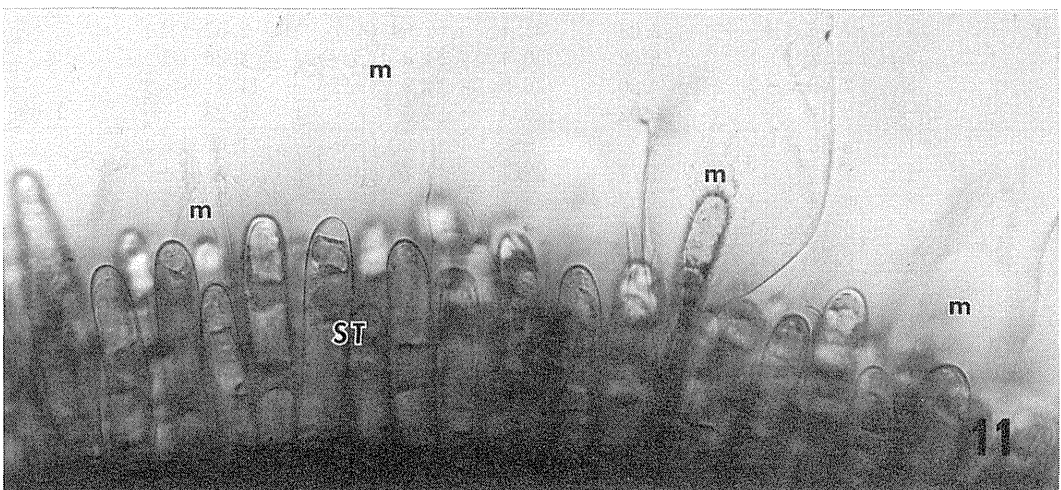
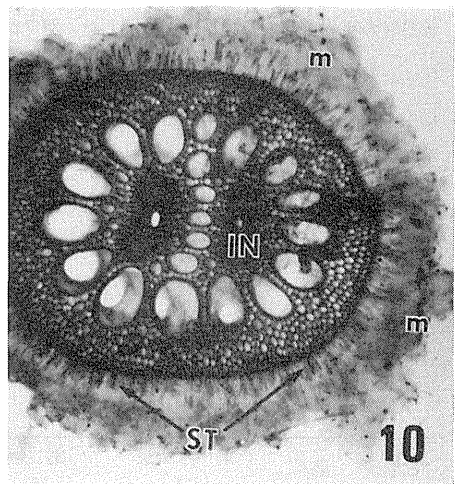
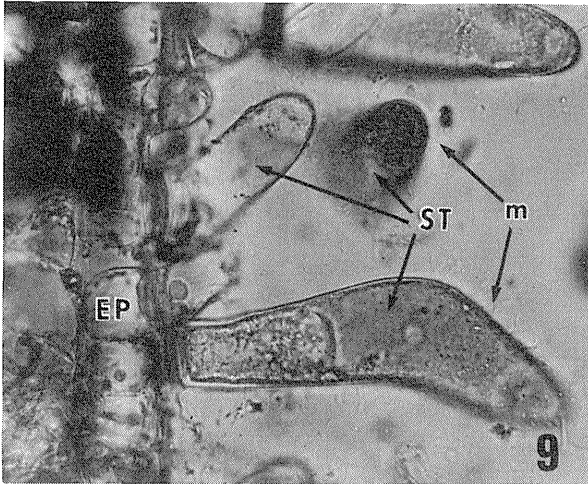
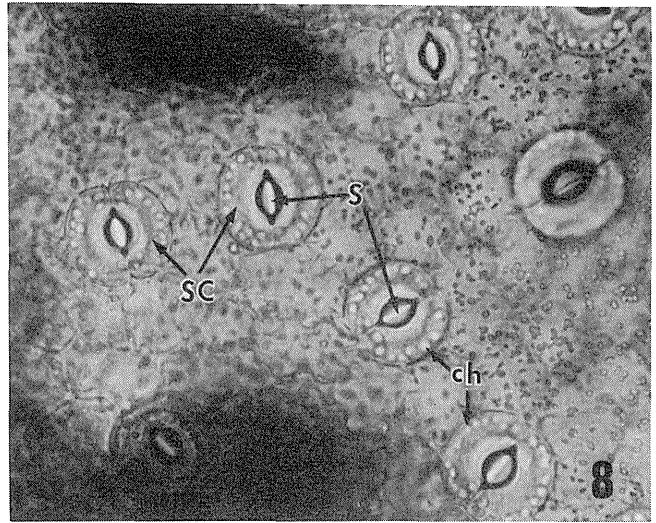
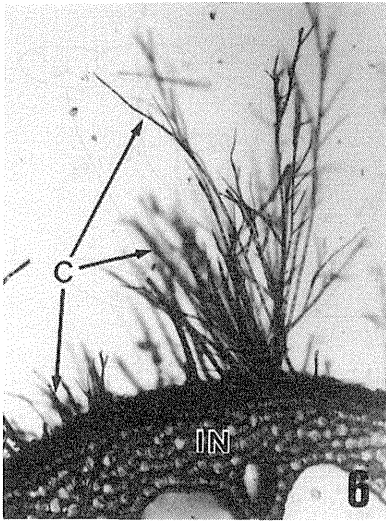
第6図. ジュンサイの水中茎(IN)表面に着生して生長する緑藻類(C)。×40

第8図. ジュンサイの浮葉表面にのみ分布する気孔.ch; 葉緑体, S; 気孔, SC; 孔辺細胞。×195

第9図. ジュンサイの葉身裏面の分泌毛(ST)。EP; 表皮細胞, m; 分泌物(ヌル)。×380

第10図. ジュンサイのN-I節間(IN)横断図。表面には分泌毛(ST)が密生し、分泌物(ヌル, m)が厚く着生している。×19

第11図. ジュンサイの葉柄(P-1)表面に密生する分泌毛とヌル分泌の状態。×265

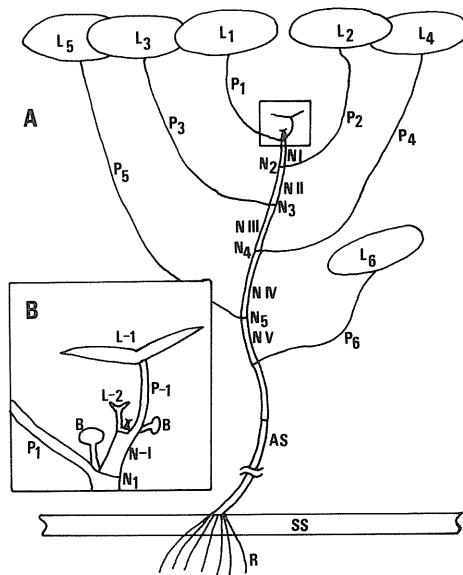


みられなかったことである。

そのほか、標本採取の際に、栽培区Ⅰ、Ⅱでは地下茎の引き抜きが容易であり、地下茎の分布が浅いように思われた。また、ジュンサイの浮葉にはとくに目立った病害の発生はみられなかったが、カワニナに類似した小型の巻貝が多数認められた。この巻貝も浮葉を食害するようであったが詳細は明らかにできなかった。なお、栽培区Ⅲでは水道水のかけ流しが行われ給水量が多く水深も約50cmあったが、底土の浮遊により水の透明度は低かった。Ⅲのジュンサイは浮葉の重なり合いがみられ、LAIは1以上になっていて、Ⅰ、Ⅱよりも生育は良好であった。

2. 生育調査結果

結果を述べる前に、ジュンサイの構成と本報で用いる各器官の呼称を第7図に模式図で示した。第7図Aのように、最上位にある展開葉身をL₁とし、以下L₂, L₃…、L₁の葉柄をP₁とし、以下P₂, P₃…、P₁が着生する節をN₁とし、以下N₂, N₃…、N₁とN₂の間の節間をNIとし、以下NII, NIII…とする。また、収穫部については第7図Bのように、葉身はL₋₁, L₋₂, 葉柄はP₋₁, P₋₂, 節間はN-I, N-IIとそれぞれN₁を境界にしてマイナス符号をつけ、先端に向けて順に教えることにする。



第7図 ジュンサイの構成模式図(A)および収穫部の詳細(B)。

AS; 水中茎, B; 花蕾, L; 葉身, N; 節(1~5)および節間(-I~V), P; 葉柄, R; 根, SS; 地中茎。

第2表 ジュンサイの生育調査結果(1)

栽培区	節位	葉身長 (cm)	葉幅 (cm)	葉面積 (cm ²)	葉柄長 (cm)	節間長 (mm)	1茎当り 収量(g)
Ⅰ	-1	4.22 (+)	—	—	1.12 (++)	2.28 (++)	1.09
	1	7.76 (±~+)	5.08	31.1	6.64 (+)	2.67 (+)	
	2	7.58 (-)	5.02	30.1	14.9 (±~-)	4.26 (±)	
	3	7.08 (-)	4.80	26.9	14.9 (-)	11.7 (-)	
	平均	7.42	5.02	29.4	13.3	5.23	
Ⅱ	-1	4.52 (±~+)	—	—	1.00 (++)	1.69 (++)	0.98
	1	7.42 (-)	4.74	27.7	9.78 (+)	2.03 (+)	
	2	6.94 (-)	4.52	24.7	13.5 (-)	3.25 (-)	
	3	5.74 (-)	4.54	20.8	13.6 (-)	6.54 (-)	
	平均	6.71	4.48	23.8	12.2	3.38	
Ⅲ	-1	7.52 (+)	—	—	3.24 (++)	8.44 (++)	1.80
	1	10.2 (±~±)	6.80	54.5	17.3 (±~+)	12.6 (+)	
	2	10.1 (-)	6.78	54.2	22.9 (±~-)	17.6 (±)	
	3	9.98 (-)	6.55	52.0	22.2 (-)	18.9 (-)	
	平均	10.09	6.72	53.7	21.4	14.4	

(注) ()内に第1表の基準による各器官のヌルの着生程度を示した。この表には第3節位までの測定値を示したが、平均値は測定した全節位(4~6節位)の平均である。葉面積は葉身長と葉幅から算出したもので、ジュンサイハムシによる食害程度は無視されている。したがって、とくに栽培区Ⅱにおいては、実質葉面積は表の値より小さい。

第2表は生育調査結果のうち、葉身長、葉幅、葉面積、葉柄長、節間長、1茎当り収量(収穫部生体重)およびヌルの着生程度を節位別に示したものである。これによると、栽培区I、IIでは、葉面積、葉柄長、節間長および1茎当り収量がいずれもIIIの値より著しく小さく、生育不良である。ヌルの着生程度も同じ傾向であるが、いずれも最大が卅(厚さ0.5~1mm)であり、ヌルについてみると3区とも良品とはいえないように思われる。ま

た、第2表の節間長の合計値は栽培区I~IIIでそれぞれ、20.9、13.5および57.5mmであって、IとIIでとくに短かく、茎の上部がほとんど伸長していないことを示している。IとIIでは、茎上部の伸長量が少ない場合、収穫部も小さく、その生長も遅いという傾向が明らかに認められた。また、本調査では、水中茎からの分枝の発生がいずれの栽培区においても全く認められなかった。

第3表 ジュンサイの生育調査結果(2)

栽培区	節位	葉厚 (μm)	葉柄径 (mm)	葉柄断面積 (mm^2)	節間径 (mm)	節間断面積 (mm^2)
I	-1	108.5	1.12	0.97	2.63	5.21
	1	236.6	1.45	1.64	2.68	5.51
	2	256.4	1.65	2.15	2.46	4.70
	3	256.4	1.46	1.68	2.40	4.32
	平均	221.9	1.52	1.61	2.68	4.94
II	-1	157.8	1.10	0.95	1.79	2.50
	1	246.5	1.45	1.65	2.32	4.21
	2	236.5	1.37	1.47	2.21	3.72
	3	216.9	1.47	1.70	2.14	3.54
	平均	209.0	1.39	1.44	2.16	3.49
III	-1	207.1	1.73	2.35	2.49	4.78
	1	236.6	1.78	2.49	2.91	6.43
	2	236.6	1.97	3.05	3.13	7.57
	3	246.5	1.88	2.78	3.06	7.25
	平均	231.7	1.79	2.67	2.90	6.51

(注) 平均は測定した全節位(4~6節位)の平均値。径の値は長径と短径の平均値のみを記した。

第4表 ジュンサイ収穫部の大きさ別にみた1茎当り収量に対する未展開葉の寄与率

収穫部の大きさ	未展開葉生体重 (g, L)	茎先端部生体重 (g, S)	1茎当り収量 (g, L+S=T)	寄与率 (%, L/T比)
大	1.5996	0.2625	1.8621	85.9
中	1.2299	0.3046	1.5345	80.1
小	0.3997	0.2458	0.6455	61.9
平均	1.0764	0.2709	1.3473	79.9

(注) 収穫部のヌルの着生程度が卅(0.5~1mm)の材料について測定

つぎに、第3表は葉厚、葉柄の径(平均直径)と断面積および節間の径と断面積を節位別に示したものである。ここでも第2表と同様の傾向が認められ、栽培区I、IIでは、葉身は薄く、葉柄および節間は細く、IIIに比して生育が不良である。なお、各栽培区の1茎当りの平均生葉数は、Iが4.4枚、II、IIIがそれぞれ3.2枚であった。

ジュンサイにおける1茎当りの収量は、未展開葉(未展開葉身とその葉柄)および茎先端部の大きさとそれら器官に着生するヌルの量によって決まる。通常、最上位展開葉が展開すると直上にある未展開葉が急速生長を始めるので、収量に対する未展開葉の寄与率はかなり大きいことが予想される。そこで、収穫部(ヌル着生程度計の材料)を外観により大、中、小の3群に分け、それぞれについて未展開葉の寄与率を測定した結果が第4表である。それによると、供試材料の1茎当り収量に対する未展開葉重量の寄与率は62~86%で平均80%に達した。なお、参考のために、1985年秋田県山本町産の瓶詰のジュンサイ(表示等級M、ヌルの着生程度は卅が中心で未展開葉身長平均は33.6mm)について同様に未展開葉の寄与率を測定したところ、66.2%であった。さらに、同じ材料について植物体とヌルとを分離し、収量に対するヌル重量の寄与率を測定したところ、73.7%という高い値が得られた。

そのほか、ジュンサイの葉序についての記載がみられないので調べた結果、葉序は1/3(開度120°)であった。また、通常ジュンサイの水中茎からは全く発根していなかったことから、養分吸収は専ら地中にある地下茎の根から行われていると考えられた。

3 葉と茎における二、三の形態的特徴

ジュンサイ各器官の形態学的観察の詳細は後報に譲り、本報では徒手切片による観察で明らかになった葉と茎における二、三の形態的特徴を指摘するにとどめる。

ジュンサイの浮葉にはその表面(向軸面)にのみ気孔が分布していた。これは浮葉植物の特徴である³⁾。第8図のように、浮葉表面には、大型の葉緑体(ch)を多数含んでよく発達した孔辺細胞(SC)がみられる。その大きさはほぼ均一で29.6μm、分布密度は236.6個/mm²

であった。

葉の裏面には、表皮細胞が不等接線(並層)分裂して形成された毛(ST)が密生していた(第9図)。この毛はヌルの多い若い葉ほど数が多く、葉の展開後に次第に消失するが、その消失過程とヌルの感触の消失とは完全に一致していた。田村¹⁾も述べているように、また、形態学的特徴からも²⁾、この毛は明らかに分泌毛^{注1)}であって、ジュンサイのヌル(m)はこの分泌毛から分泌された分泌物であることが明確になった。さらに、このことは収穫部各器官の観察によって裏づけられる。

第10図はN-I節間の横断面であって、節間(IN)の周囲にある無構造の部分がヌル(m)であるが、節間表面には多数の分泌毛(ST)が認められる。さらに、第11図はP₁葉柄の密生する分泌毛の状態を示したものである。ここでは、伸長した分泌毛から分泌が行われている様子を認めることができる。

そのほか、ジュンサイの水中茎(第10図)、葉柄、地下茎および根の組織中には、いずれも多数の空隙が認められたが、これは水生植物の特徴の一つである³⁾。

考 察

羽賀沼は霞ヶ浦流入河川の一つである小野川沿いの水深の浅い沼で、近接する荒沼とともに遊水地として利用されていたが、古くから干拓が進められ、現在行われている干拓事業によってほとんど姿を消すことになる⁴⁾。小野川は利根川水系の支流の一つで、茨城県南の稲敷台地の南端にあり、延長36.5km、流域面積154.8km²の小河川であるが農業用水源として重要である⁴⁾。そして、下流の江戸崎町からは、霞ヶ浦まで約4km、新利根川ま

注1) 植物体の外部に物質を直接分泌する組織あるいは細胞を指す用語として、glandular hairあるいはglandular trichome(腺毛)もあるが、ジュンサイの場合はその形態的特徴から、secretory trichomeまたはsecretory hair²⁾およびsecretory cellと呼ぶのがより適切であると考えられるので、本報ではそれらの訳語に相当する、分泌毛および分泌細胞という用語を用いることにした。

で約5 km, さらに利根川まで約7 km (第1図)で、この付近一帯の低湿地は関東平野における早場米の一大生産地帯となっている。本調査を実施したジュンサイ試作田は以上のような立地条件下の干拓地であって、その周辺の水系の水の透明度は低く、ジュンサイの自生は認められず、浮葉植物としてはヒシがみられる。

一方、茨城県南地方は古くからジュンサイの自生地帯として知られ、竜ヶ崎市の蛇沼のほか、土浦市、美野里町、伊奈村などの池沼に自生していたが、近年減少しつつあるとされている(渡辺, 1981⁴⁾)。著者らの調べた範囲でも、稲敷郡内の池沼に自生していたジュンサイは10～15年前までは利用されていたようである。しかし、その後急速に減少し、現在ではほとんど消滅したと思われる。羽賀沼周辺ではジュンサイ導入当時(1981年)にはすでに消滅していたことが確実である。稲敷郡内に最近まで自生していた沼もあるといわれるが、著者らは確認していない。このようなジュンサイ自生地の消滅は霞ヶ浦のアオコに象徴される周辺水系の著しい富栄養化と密接に関係していると考えられる。

ヌルが厚く高品質で収量も多いジュンサイ自生池の条件として、佐竹ら¹¹⁾は、水底の土壌は有機質に富み厚く柔軟な泥質土がよく砂質土や強粘土は不適であり、また、鉄分が多く窒素分の少ないpH 4～5 前後の清い水が必要であるとしている。一方、浜島³⁾が東海・近畿地方の溜池を調査した結果によると、ジュンサイの分布はpH 4.7～7.3の溜池にみられ、佐竹らのpH値とは異なる。また、ジュンサイは同じスイレン科のヒツジグサ(*Nymphaea tetragona* Georgi.)と分布域が一致し、同じ浮葉植物のガガブタ(カガブタ⁶⁾)(*Nymphoides indica* O. Kuntze)やヒシ(*Trapa natans* L.), 沈水植物のマツモ(*Ceratophyllum demersum* L.)やクロモなどがpH 5.5～10の溜池に広く分布するのは異なっている。さらに、浜島³⁾によって、水中の栄養塩類濃度と水生植物分布の関係をみると、ジュンサイとヒツジグサは窒素濃度に最も敏感で、0.05～0.15 μ mol/lという貧栄養型の池沼には分布するが、0.151 μ mol/l以上の所には自然分布がみられないという。そして、水中の窒

素および磷の濃度上昇(富栄養化)に伴って、分布する水生植物は次のような系列で変化するとしている。すなわち、浮葉植物の場合は、(ジュンサイ・ヒツジグサ)→(ヒルムシロ・トチカガミ)→(ガガブタ・ヒシ)、沈水植物の場合は(セキシウモ・ナガヒゲミスブタ)→(ジャジクモ)→(マツモ・クロモ・エビモ)という系列であって、ジュンサイは富栄養化に伴って最初に消滅する植物である。実際に、秋田県や石川県には貧栄養型の池沼が多くジュンサイの出現頻度も高いが、富栄養化が進んだ香川県の溜池では、その60%以上がヒシ1種の単純群落で占められているという³⁾。山岸ら¹⁵⁾もこれと同様の調査結果を得ている。そして、一般に、富栄養化は、微小藻類の繁殖を促進して水のpHを高め、透明度を低下させ、池底の慢性的な酸欠状態を招くとされる^{3,15)}。

つぎに、以上のようなこれまでの調査報告に照らして本調査結果を検討してみたい。まず、栽培地周囲の水系の水質は、少なくとも数年前までにジュンサイが消滅し、その後は水の透明度低くヒシが分布していることから、富栄養化がかなり進んだ状態にあり、この水系の水を用いてのジュンサイ栽培は不可能であろう。したがって、栽培を行う場合は栽培地を周囲の水系から独立させ、地下水を揚水して給水する必要があるが、この点は調査した試作田ではすでに実施されていた。

つぎに、ジュンサイの基本的生育に関わる第1の問題点は、地下水を給水しているにもかかわらず試作田の水が富栄養化していた点である。栽培区Iにおいては、水の透明度がかなり高く沈水植物が繁茂していたが、自然分布ではジュンサイと共存せず、より富栄養化した所に分布するクロモやエビモが中心の植生になっていた。また、造成当時には富栄養化程度の低い所に分布するジャジグモやマツモが中心であったが、これらは消滅あるいは激減していた。さらに、栽培区IIにおいては微小藻類の繁殖のため水の透明度が低く緑色に濁っており、ジュンサイの水中茎表面にまで緑藻類の着生がみられた。このような状態はジュンサイに適する水質の範囲をはるかに超えており、沈水植物との養分競合も生じて、基本的に生育不良を招く要因と考えられる。

このような富栄養化の状態が生じる直接的な要因は施肥方法と肥料の形態であろう。試作田では化成肥料と有機質肥料がともに水面施用されていた。化成肥料はとくに溶解し易いので、水中の栄養塩類濃度を上昇させ、沈水植物の植生を変え、さらには、微小藻類の繁殖を促進したものと推察される。また、ジュンサイは通常水中茎からは発根せず、水中の養分は利用できないと考えられ、さらに、生育期間が4月から11月に及ぶことから、肥料には極めて難溶性で緩効性のものを用い、水底の土壌中に直接施肥する方法を検討する必要があるであろう。

第2の問題点は給水量の不足と地下水のpHである。水中の栄養塩類濃度が高い場合はこれを稀釈し、微小藻類の繁殖を抑え、水の透明度を高くするために、給水量は現在よりもさらに増やす必要がある。また、前述したように、ジュンサイの生育には給水量だけでなく、そのpHも重要な意味をもつようであり、少なくとも弱酸性が望ましいと考えられる。しかし、造成当時の測定結果によると¹⁾、揚水のpHは7.8であり、試作田の水のpHは最高値が8.3まで上昇している。その後も変化していないとすれば、このpH値は、前述したように、ジュンサイの自然分布がみられる限界値を超えており、基本的に生育不良を招く可能性が高い。また、造成時の測定値にみられるように、この供給水のもとで富栄養化すればpH値はさらに上昇する可能性がある。したがって、pH値が7以上であれば何んらかの方法で下げる工夫が必要であろう。

第3の問題点はジュンサイハムシによる浮葉の食害である。栽培区I、IIでは明らかに葉面積を減少させるほど食害が進んでおり、さらに葉身の黄化・枯死も促進されていた。このことは、1茎当りの光合成量を減少させ、各器官の生長を抑制し、ヌルの分泌量も少なくする直接的要因になっていたと考えられる。したがって、ジュンサイハムシはジュンサイ栽培上極めて重要な害虫となるので、その防除を徹底して行う必要がある。

浮葉植物は水面に2次元的に葉を展開させるため、いかに早期にLAIを1にし、いかにそれを長期間にわたって維持するかが、光合成・物質生産上ひいては生長・

収量増大のために重要であると考えられる。しかし、栽培区I、IIにおいて盛夏にもかかわらずLAIが1以下であったのは、葉が小さく、1茎当りの生葉数が少なく、水中茎およびその分枝の増加が少なかったことなどの要因によるのであろう。1茎当りの生葉数についてみると、栽培区Iが最も多く、IIとIIIは少なかった。本調査では生葉数の維持すなわち浮葉寿命の延長には、水の透明度が密接に関係しているように思われたが、さらに検討を要する課題であろう。

つぎに、ジュンサイの1茎当り収量は収穫部の生体重であり、それを左右する構成要因は未展開葉(L₋₁とP₋₁)の大きさとヌルの分泌量であった。そして、ヌルの着生程度Ⅲ(1~2mm)の収穫部では、収量の70%以上をヌルが占めていた。単位面積当りの収量増をはかるためには、未展開葉の生長およびヌルの分泌が増大し、さらに、水中茎数が増加するような栽培管理が必要となる。そこで、つぎに、ジュンサイの茎数について検討する。

ジュンサイの水中茎数を基本的に左右するのは栽植密度と考えられるが、それ以外に、地下茎からの水中茎の発生と水中茎からの分枝茎の発生も茎数増を考える場合に重要である。これらの発生には基本的に光合成産物の十分な分配が必要と考えられるが、本調査では栽培区I~IIIを通じて水中茎からの分枝がなく、また、とくにIとIIでは茎上部の伸長が少なく、収穫部も小さかった。そして、このようなジュンサイの反応を説明するのに光合成関連要因だけでは不十分であり、何か別の要因の存在が予想される。

浜島³⁾によれば自生地のジュンサイは、溜池などの岸からみて、ヨシなどの抽水植物群落の外側の一定の等深線に沿って幅せまく帯状に分布している。そして、ヨシの生育限界水深は60cmであるという。ジュンサイの生育限界水深は不明であるが、同じ浮葉植物のガガブタは170cm、ヒシは200cmである³⁾。また、水野⁸⁾は池沼における浮葉植物帯は100~300cmであるとしている。一方、佐竹ら¹¹⁾は栽培経験から、ジュンサイは水深に応じて分枝するので、ある程度深いほど収量が多いとし、

その水深は約100 cmであると述べている。また、土崎¹⁴⁾は100～120 cm程度の水深で茎伸長が旺盛であったとしている。以上の報告から、水深がジュンサイの生育にとって基本的に重要な因子として働いている可能性が考えられる。そして、栽培区ⅠとⅡの水深は30～40 cmであり、Ⅲは約50 cmであった。したがって、試作田における水深は浅すぎた可能性が高いと考えられ、水深を第4の問題点として指摘しておきたい。しかし、浅水と深水に対するジュンサイの反応についてはさらに検討が必要である。

最後に、ジュンサイのヌルは、D-ガラクトース 34.1 %、D-グルクロン酸 17.3 %、D-マンノース 13.4 %、D-ラムノース 11.4 %、L-フコース 10.9 %、D-キシロース 7.0 %およびL-アラビノース 5.9 %を構成糖とする複合多糖で、オクラやトロロアオイの粘質物に比べると構成がかなり複雑である⁷⁾。本観察によってこれらの多糖類が表皮細胞起源の分泌毛から直接分泌されていることが明らかになったが、さらに詳細については電子顕微鏡による観察が必要であろう。複合多糖は親水性に富みその内部に多量の水を含む⁷⁾としても、収穫部生体重の70 %以上に及ぶヌルを分泌するためには、茎先端部に多量の光合成産物の供給が不可欠であろう。そして、ヌルを厚くするためには、ジュンサイにとって好適な生育環境と1茎当りの葉面積を十分に確保することがとくに必要であると考えられる。

摘 要

茨城県江戸崎町羽賀沼干拓地に導入・定着が試みられて4年目の試作田におけるジュンサイ栽培の実態調査および二、三の観察を行って、栽培技術上の問題点を考察した。

1. 試作田におけるジュンサイは、葉面積、葉面積指数、葉柄および節間長、収穫部生体重(1茎当り収量)、葉厚、葉柄および節間径などの値がいずれも小さく、ヌルの着生量も1 mm以下で、生育および品質がともに不良であった。

2. 試作田の植生からその水質がジュンサイの生育好

適範囲を超えて富栄養化の状態にあること、その直接の原因が施肥方法と肥料の形態にあることを指摘した。

3. 試作田への地下水の給水量が不足していること、そのpHがジュンサイの生育好適範囲を超えている可能性があることを指摘した。

4. ジュンサイハムシによる浮葉の食害と黄化・枯死葉の増加が生育不良の直接的原因であることを指摘した。

5. ジュンサイの1茎当り収量を左右する要因は、収穫部における未展開葉の大きさとヌルの着生量であり、単位面積当りの収量増にはさらに茎数の増加が必要であることを明確にした。

6. 試作田において水中茎からの分枝が全くなく、茎上部の伸長が少なく、収穫部が小さい原因として、水深が浅すぎた可能性の高いことを指摘した。

7. ヌルは表皮細胞起源の分泌毛から直接分泌された分泌物であることを明確にした。

謝 辞

本調査に当っては、茨城県江戸崎土地改良事務所長 大山光男氏をはじめ大木賢四氏、高山 健氏、平塚和春氏ならびに江戸崎地区農業改良普及所の協力を得た。また、ジュンサイハムシの同定と文献については、本学植物病理・昆虫学研究室の協力を得、ジュンサイのヌルの化学的性状に関しては農産物利用学研究室 高村義親博士から、また、本報のとりまとめに当っては作物学研究室 長南信雄博士からそれぞれ助言を得た。ここに記して深謝する。

引 用 文 献

- 1) 江戸崎地区農業改良普及所：県営干拓等事業羽賀沼地区荒沼工区「ジュンサイ」栽培試験報告書、1-16 (1983)
- 2) Fahh, A.: Secretory Tissues in Plant, p.1-302 (1979) Academic Press, London.
- 3) 浜島繁隆：池沼植物の生態と観察、1-110 (1979) ニュー・サイエンス社
- 4) 茨城新聞社編：茨城県大百科事典、p.196, 524,

- 843 (1981) 茨城新聞社
- 5) 猪崎政敏編：水生蔬菜の栽培と経営, p. 1-313
(1975) 家の光協会
- 6) 牧野富太郎：牧野新日本植物図鑑, p. 163 (1972)
北隆館
- 7) 三崎 旭：植物粘質物のヘテログリカン, 江上不二夫監修 多糖生化学1. 化学編, p. 293-296.
(1969) 共立出版
- 8) 水野寿彦：池沼の生態学, p. 1-187 (1971) 築地書館
- 9) 中根猛彦他編：原色昆虫大図鑑II, p. 443 (1984)
北隆館
- 10) 誠文堂新光社：最新園芸大辞典, p. 3255 (1970)
- 11) 佐竹秀雄・大沢 章：山菜—採取・料理・加工—, p. 50-51, 196-198, 219-222 (1973) 農文協
- 12) 田村道夫：ジュンサイ, 朝日新聞社 世界の植物, p. 1667 (1977)
- 13) 土崎哲男：ジュンサイの分布と水利条件—特殊田の造成に関する調査試験(I)—, 農士誌, 50, 481-485 (1982)
- 14) 土崎哲雄：ジュンサイの茎伸長と水深—特殊田の造成に関する調査試験(III)—, 農士誌, 53, 532-527 (1985)
- 15) 山岸 宏・沖野外輝夫：湖沼の汚染, p. 1-142 (1974) 築地書館

**On the Problems Related to the Cultivation of
Water-Shield (*Brasenia schreberi* J. F. Gmel.)
at the Reclaimed Land of Haga Swamp ***

TOSHIAKI MATSUDA and HIROMICHI HARA

Water-shield is one of a aquatic plant which has been cultivated in swampy place and the top part covered with mucilage is used for food in Japan. This report deals with some cultural problems obtained from the investigation on the actual condition of the cultivated water-shields at the reclaimed land of Haga Swamp in Edosaki, the southern part of Ibaraki Prefecture.

1. The growth of the cultivated water-shields in the experimental paddy fields was poor and all values of growth index were small such as leaf area, leaf area index, leaf thickness, yield per stem, length or diameter of petiole and internode and thickness of mucilage layer.
2. Judging from the vegetation of hydrophyte in the fields, it was considered that the irrigation water was eutrophicated for the cultivation, because of surface spreading of fertilizers.
3. It appears that the major causes for poor growth were insufficient water irrigation, too high pH of the water and severe injury by *Galerucella nipponensis* Laboissière.
4. It was clarified that the size of un-expanded leaf, the amount of mucilage in the harvesting part and the number of aquatic stems are the three major yield components of water-shield.
5. The fewer number of aquatic stems and less elongation of the harvesting parts were possibly caused by the shallow water in the fields.
6. It was indicated that the mucilage was secreted directly from the secretory trichomes originated from epidermal cells in the developing organs of water-shield (Figs. 9-11).

* This paper is Part 1 in the series "Studies on the growth and morphology of water-shield."