

遮光、浅水および通気処理がジュンサイの 生育と収量に及ぼす影響*

原 弘道・松田智明・松田照男

ジュンサイは、水中にある茎先端部（収穫部）を採取して食用とする水生蔬菜で、収穫部を被う“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。

前報¹⁾（以後文献番号1）省略）では、茨城県江戸崎町の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い、栽培技術上の問題点を検討した。その結果、ジュンサイの収量構成要素として、収穫部における未展開葉の大きさと分泌毛から分泌される“ヌル”の量および茎数の3要素が特に重要であることが明確になった。そして、これら3要素を増大させて収量の増加と品質の向上をはかるためには、ジュンサイにとって好適な生育環境と1茎当り葉面積を十分に確保することが必要であると考えられた。しかし、試作田におけるジュンサイの生育は全般的に不良であり、その原因として、(1)ジュンサイハムシの食害による葉面積の減少とそれに伴う光合成量の減少、(2)浅水による茎上部の伸長抑制とそれに伴う1茎当り収量の減少、(3)水の透明度低下による浮き葉寿命の短縮とそれに伴う1茎当り生葉数（葉面積）の減少、などの可能性を指摘した。そして、前報で述べたように、これらはジュンサイ栽培上確認しておく必要がある基本的な問題点であると考えられる。

この報告は、上記(1)については遮光処理、(2)については浅水処理、(3)については水の透明度を上昇させる通気処理をそれぞれ行って、ジュンサイの生育と収量に及ぼす影響を調べ、その結果と前報の結果を照合して、前報で指摘したジュンサイの生育不良の原因の一部をさらに明確にしようとしたものである。

材料および方法

ジュンサイの栽培には3種類の容器を用いた。発泡スチロール容器（75×25cm、深さ20cm）、1/2000aポットおよびプラスチック製水槽（100×100cm、深さ65cm）には土壌をそれぞれ10、5および20cm入れて湛水状態とした。

供試ジュンサイは、前報で調査した羽賀沼干拓地において1982年に秋田県から導入したのから分譲を受け、各容器に移植して十分に生育させたものである。施肥は毎年4月に化成肥料（10-15-15）で20kg/10a相当量をすべて元肥として土壌中に施用し、追肥は行わなかった。移植後3年を経過したジュンサイに対して、1985年6月に次のような処理を行った。

(1) 遮光処理（遮光区）、遮光程度が異なる2区、すなわち黒色寒冷紗により80%遮光した区（遮光Ⅰとする、発泡スチロール容器）と黒色ビニールにより100%遮光した区（遮光Ⅱとする、1/2000aポット）を設けた。水深はⅠが約10cm、Ⅱが約20cmである。

(2) 浅水処理（浅水区）、発泡スチロール容器の水深を常時5cm以下として栽培した。

(3) 通気処理（通気区）、小型コンプレッサーに連結したビニールパイプの先端に水中通気用のエアーストーンをとりつけ、水深約45cmのプラスチック製水槽の水面下約20cmの位置に2個つり下げて連続通気を行った。なお、通気を行うことによって水の透明度は著しく高くなる。

処理後約2カ月を経過した8月中旬に、各処理区から

*ジュンサイの生育と形態に関する研究 第2報

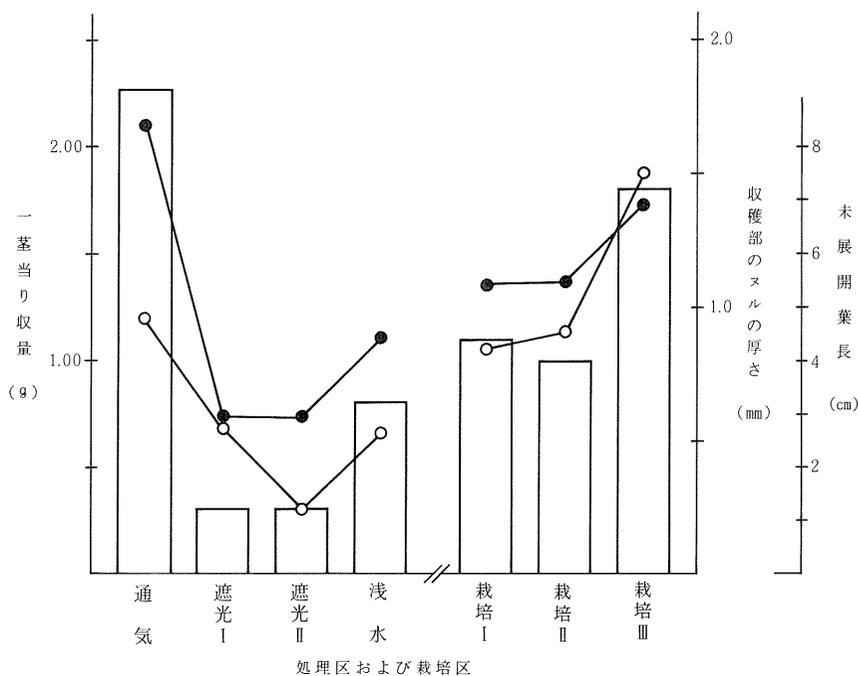
平均的な5株を採取して観察および測定を行った。測定項目は、節位別の葉身の長径と短径、葉柄長、節間長、収穫部生体重およびヌルの着生程度である。なお、ヌルの着生程度の判定は前報の基準に従った。また、測定材料中から平均的個体を選び、徒手切片を作成してトルイジンブルーで染色し、光学顕微鏡で観察して各節位ごとの葉身の厚さ、葉柄と節間の長・短径およびヌルの厚さを計測した。

実験結果

第1図は各処理区における1茎当り収量、収穫部のヌルの厚さ(最大値)および未展開葉長を示したものである。なお、図には考察のために必要な前報の栽培区Ⅰ～Ⅲの結果も併せて示してある(以下同様)。それによる

と、1茎当り収量は通気処理によって著しく高まった。そしてその原因は未展開葉長よりも、主としてヌルの厚さが増加したためであった。これに対して遮光処理はヌルの厚さおよび未展開葉長を著しく減少させたため、その収量は通気区の約15%に過ぎなかった。なお、遮光区ⅠとⅡは収量およびヌルの厚さに差がなく、未展開葉長のみが遮光Ⅱ(100%遮光処理)で著しく小さくなった。また、浅水処理はヌルの厚さ、未展開葉長および1茎当り収量を減少させる方向に作用したことが明らかである。

第1表は各処理区における各器官のヌルの着生程度を節位別に示したものである。ここでも第1図のヌルの厚さの最大値の変化と同様の傾向が認められる。すなわち、通気区では収穫部のヌルが厚く、生長に伴う消失も遅いが、遮光区では茎先端部にわずかにヌルの着生が認めら



第1図 処理による1茎当り収量(□), 収穫部のヌルの厚さ(●—●)および未展開葉長(○—○)の変化

(注) 収量は収穫部生体重, ヌルの厚さは最大値である。栽培Ⅰ～Ⅲは前報の羽賀沼干拓地実態調査時の各栽培区を示す。

未展開葉は第1表における一節位の葉身を示す。

第1表 処理による節位別各器官のヌル着生程度の変化

処理区	器 官	節				位		
		-2	-1	1	2	3	4	5
通 気	葉 身	卅~卅	卅	卅	+	±	-	-
	葉 柄	卅~卅	卅	卅~+	+	+	+	±
	節 間	卅	卅~卅	卅	卅	+	+	+
遮光 I	葉 身		+~-	-	-	-	-	
	葉 柄		+~-	-	-	-	-	
	節 間		+~-	-	-	-		
遮光 II	葉 身		+~-	-	-	-		
	葉 柄		-	-	-	-		
	節 間		+~-	-	-	-		
浅 水	葉 身		卅	±	-	-	-	-
	葉 柄		卅	卅~+	+	+~±	-	-
	節 間	卅	卅	+	+~-	±	-	-

(注) 最上位展開葉と葉柄および直下葉との間の節間を節位1とし，その直上の器官は-1，直下の器官は2とする。ヌルの着生程度は前報の基準による。

卅(1~2mm)，卅(0.5~1mm)，+(0.2~0.5mm)，±(<0.2mm)，-(0)

表の空欄はその器官が著しく小さいかあるいは存在しなかったことを示す。

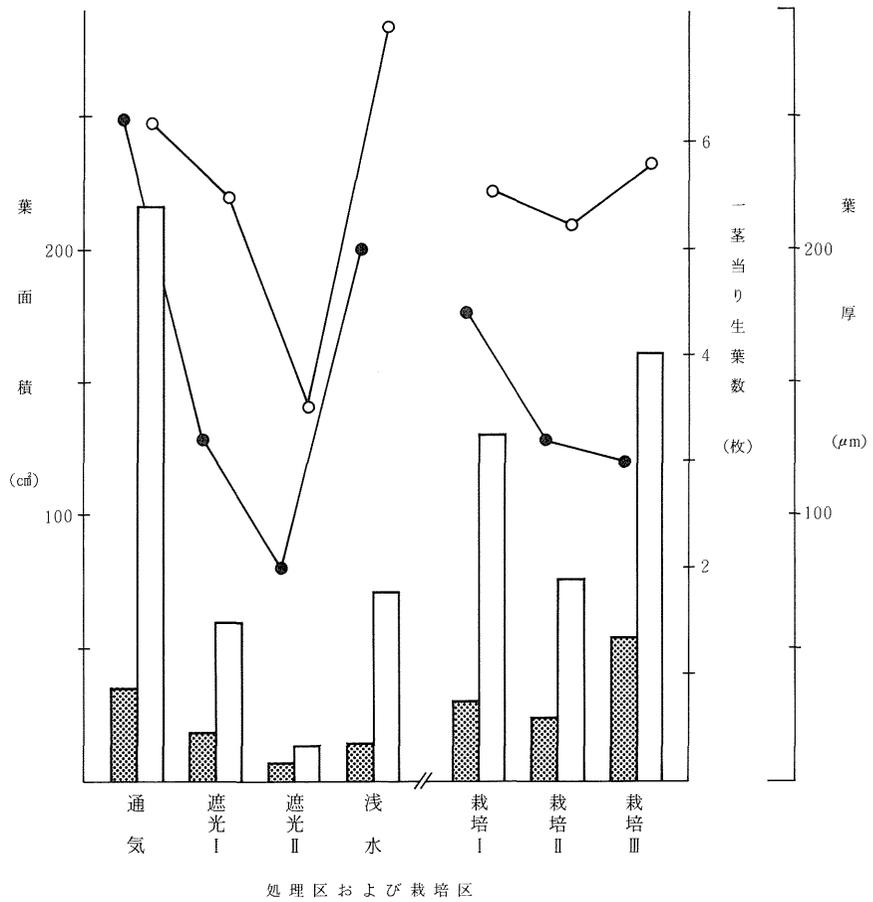
れたに過ぎなかった。浅水区は茎先端部のヌルはかなり厚いが，生長に伴うヌルの消失が著しく早かった。また，通気区以外では収穫部が小さく，-2節位¹⁾の測定がほとんどできなかった。さらに，遮光区ではほとんどの水中茎が第Ⅲ節間までしか伸長していなかった。

つぎに，第2図は光合成関連要因である1葉当り葉面積，1茎当り葉面積，1茎当り生葉数および葉の厚さを示したものである。それによると，1葉の葉面積も通気区が最大で，遮光および浅水処理によって葉面積は小さくなった。浅水区の葉は通気区の40%に小型化していたが，その厚さ(葉厚)は逆に15%厚くなり，葉色は濃緑色で植物体全体が硬化しており特異な外観を呈していた。遮光区では葉の大きさや厚さは遮光程度に比例して減少した。1茎当り生葉数は通気区が6.2枚と最も多く，次いで浅水区の5.0枚，遮光区の3.2(I)および2.0

枚(II)であった。その結果，1葉当り葉面積と1茎当り生葉数で規定される1茎当り葉面積は，通気区が216cm²と著しく大きくなり，浅水区は71cm²で通気区の1/3に過ぎなかった。なお，通気区の水の透明度は著しく高く，水底には日当りのよいところを好む水田雑草であるカタリグサ科のマツバイ(*Eleocharis acicularis* Roem. et Schult. var. *longiseta* Svenson)が一面に繁茂していた。

他区でも水の透明度は高かったが雑草の発生はまったく認められなかった。また，ジュンサイハムシの発生が通気区と浅水区にみられたが，いずれもその被害は少なかった。

第3図はジュンサイにおける1茎当り収量と1茎当り葉面積の相関をみたものである。その結果，両者間には $r = 0.959^*$ の高い正の相関関係の存在することが明らか



第2図 処理による1葉当り葉面積 (■), 1茎当り葉面積 (□), 1茎当り生葉数 (●) および葉厚 (○) の変化

(注) 栽培 I～III は前報の羽賀沼干拓地実態調査時の各栽培区を示す。

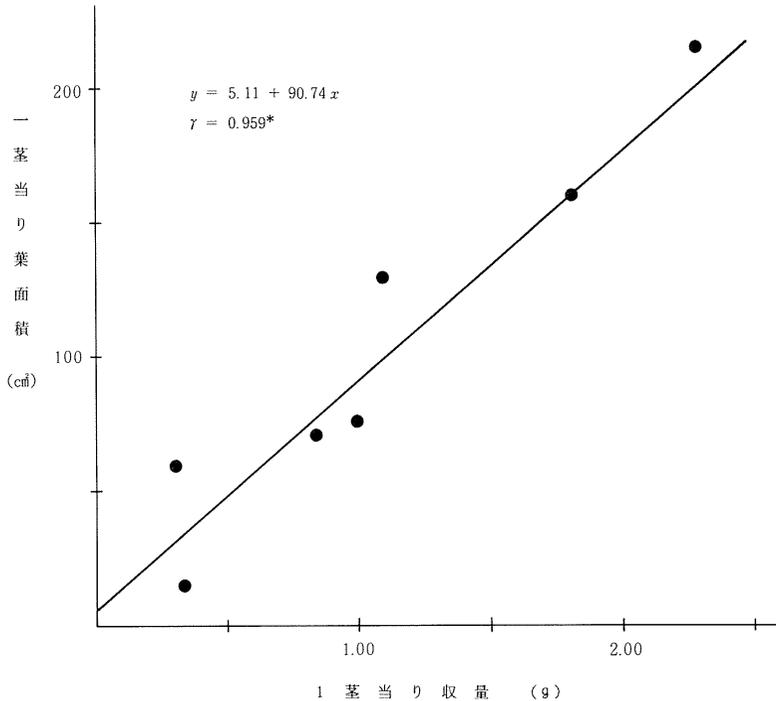
かになった。

第4図は生長の指数と考えられる節間長、葉柄長および節間と葉柄の横断面積を示したものである。それによれば、節間長および葉柄長に対して浅水処理が抑制的に作用したことは明らかであろう。遮光IIでは節間、葉柄とも暗黒下で徒長していたが、遮光Iでは著しい徒長はみられなかった。また、節間の横断面積(太さ)は遮光によって減少したが、通気-浅水区間では差がなく、一方、葉柄は浅水区で最も太くなったが、遮光処理によっても特に細くならなかった。

なお、各処理区における葉柄と節間の長さおよび太さ

と1茎当り収量との相関係数を求めたところ、収量と葉柄長との間には $r = 0.997$ 、節間長との間には $r = 0.967$ 、葉柄の太さとの間には $r = 0.687$ 、節間の太さとの間には $r = 0.964$ といういずれも高い正の相関関係が認められた。また、葉柄長と節間長との間には $r = 0.973$ 、葉柄の太さと節間の太さとの間には $r = 0.825$ という相関係数が得られた。

そのほか、各処理区間でみられた葉柄と節間の外観上の顕著な差異はその色である。すなわち、通気区の葉柄と節間の表面には、前述したようにヌルが多量に残存していただけでなく、その表面が美しい濃紫色を呈してい



第3図 ジュンサイにおける1茎当りの葉面積と収量の関係

た。検鏡の結果，他区との色の違いは，各器官で色素のアントシアニンを含有する皮層細胞数の多少によることが明らかになった。そしてその細胞数は通気区で著しく多く，浅水区がこれに次ぐが遮光区では著しく少なかった。

考 察

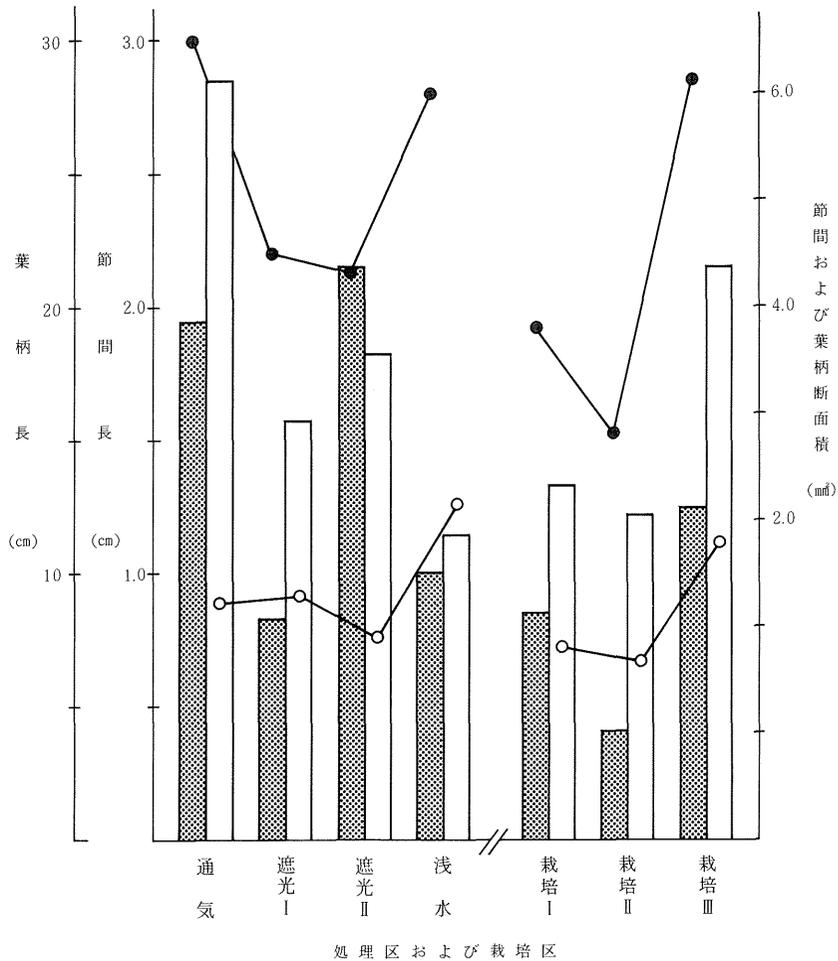
1. 遮光処理の影響

本実験では遮光程度を80%と100%（暗黒）の2段階としたが，一般に80%以上の遮光処理は植物の生長に著しい影響を及ぼすことが知られている。ジュンサイに対する80%遮光処理（遮光Ⅰ）は，主として生葉数の減少を通じて葉面積を著しく減少させた。このことは，光合成に利用可能な光量の減少と相まって光合成生産量を減少させ，各生長器官への乾物分配量を著しく少なくしたと推定される。

光合成の抑制は，抑制程度に応じた同化産物の分配量の減少を通じて作物の生育・収量に影響を与える。ジュ

ンサイにおける光合成抑制の影響は，葉面積と収量の減少に最も強く現れ，収量は収量構成要素のうち，主としてヌルの厚さの減少によって規定されていた。このことは，前報でも指摘したように，ジュンサイの収量と品質にとってヌルの果たす役割が極めて大きいこと，多量のヌルの分泌には同化産物の高分配が必須であることを示すものである。そして，そのためには，1茎当り生葉数の維持を通じて十分な葉面積を確保することが重要であろう。

前報では3つの栽培区における1茎当り生葉数は水の透明度と密接に関連していた。すなわち，栽培区ⅠとⅡは干拓地内に造成されたジュンサイの試作田で，揚水した地下水が給水され，水深は30～40cmであったが，栽培区Ⅱでは微小藻類が異常繁殖して水の透明度が低く濁っていた。栽培区Ⅲはコンクリート水槽に水道水をかけ流して栽培されていたもので，水深は約50cmであったが，底土が水流によって攪拌されて浮遊し濁っていた。そして，1茎当り生葉数は水の透明度が相対的に高い栽



第4図 処理による節間長 (■), 葉柄長 (□), 節間断面積 (●—●) および葉柄断面積 (○—○) の変化

(注) 栽培 I～III は 前報の羽賀沼干拓地実態調査時の各栽培区を示す。各項目の値は測定した全節位の平均値である。

培区 I で最も高かった。本実験において遮光区の水はとくに濁っていないかったのに、1 茎当り生葉数が著しく減少したのは、光合成量の減少もさることながら、遮光によって水中への透過光量が著しく減少し、光の成形成作用が十分に働かなかったことも関係すると考えられる。栽培区 II と III においても 1 茎当り生葉数の減少には、水の濁りによって水中への透過光量の減少したことが大きく作用していると考えられるが、このことは、後述するように、水の透明度が著しく高まった通気区の結果を検討

することによってさらに明確になろう。

また、一般に、遮光は植物の縦伸長を異常に促進し、いわゆる徒長現象を引き起こす。本実験では、80%遮光処理によっても節間長と葉柄長はとくに徒長せず、暗黒状態にしてはじめて節間がやや徒長するのが認められた。このことは、ジュンサイが極めて耐陰性の高い植物であることを示すものと考えられる。しかし、前報の実態調査においても、浮き葉の外観、構造、寿命などに陰性植物でみられるような強光障害の徴候は認められなかった。

したがって、耐陰性が高いといっても、ジュンサイが陰性植物ということではなく、広範囲の光条件に適応する能力を有すると考えるべきであろう。

2. 浅水処理の影響

本実験では浅水条件に対するジュンサイの反応を明らかにするため、常時5 cm以下という極端な浅水処理を行った。その結果、ジュンサイは浅水条件に対して、葉の小型化と厚化による葉面積の減少、節間長や葉柄長の短縮、未展開葉長やヌルの厚さの減少など、全般的に生長を抑制する反応を示し、収量、品質ともに低下することが明らかになった。

前述したように、前報の栽培区ⅠとⅡの水深は30~40 cm、栽培区Ⅲは約50 cmであったが、本実験の浅水区でみられたのと同様な生育反応が認められており、ジュンサイにとって好適な水深はより深いところに設定されるべきであろう。ジュンサイ栽培に好適な水深は、佐竹ら²⁾や土崎³⁾の報告によれば100 cm前後と予想されるが、今後50~150 cmの水深に対する生育反応と各水深における収量および品質についての調査が必要である。

また、浅水区では葉面積は減少したものの、1茎当り生葉数は後述する通気区に次いで多く、栽培区Ⅰ~Ⅲの値を上回っていた。これには、浅水によって水中への光の透過が良好であったことが関係していると推定され、1茎当り生葉数の維持にとって、同化産物の分配だけでなく、水中への光の透過を促進することも重要であることを示している。

なお、浅水処理によってジュンサイの植物体全体が小型化し硬化する傾向が認められたが、この反応には、浅水に伴う水温の上昇や水分生理の変化が関係すると推定されるものの詳細は不明である。

3. 通気処理の影響

本実験における通気処理は水の透明度を高めるために行ったものであるが、初期の目的は達成されていた。このことは、通気区の水底に、水中への光透過が良好なところを好んで生えるマツバイが繁茂していたことから裏づけられる。

通気区におけるジュンサイの特徴は、1茎当り生葉数

と葉面積が著しく大きかったことである。しかし1葉当り葉面積は必ずしも大きくないので、ジュンサイにおいては、1茎当り葉面積を維持する上で生葉数を維持することが重要な意味をもっていることが分かる。そして、前報で予想し、また、遮光区と浅水区においても指摘したように、生葉数の維持にとって水の透明度を高く維持することが非常に重要であることは明らかであろう。

水の透明度が高く、水中への光透過が良好な条件がジュンサイの生育を促進する理由については、水中葉、葉柄および水中茎における光合成の促進や光の成形作用などが考えられる。植物は一般に頂芽優勢であり、ジュンサイも茎先端部に同化産物を優先的に分配していると推定される。水中にある器官にとって、自身の光合成産物は各器官の機能を維持していくうえで予想以上に重要な役割を果たしているのかも知れない。なお、本実験では、通気処理は水中溶存酸素量の増大や水の攪拌も伴っていたと思われるが、これらの影響についての詳細は明らかではない。

通気区では、収量構成要素のうち未展開葉長は栽培区Ⅰ、Ⅱと同程度で必ずしも大きくなかったが、収穫部のヌルの厚さが測定事例中最も厚かったため、収量も最大となった。通気区におけるヌルの分泌は収穫部に限らず広範囲に認められ、この区のジュンサイの生育が順調に行われていたことが分かる。また通気区のヌルは生長に伴う消失、すなわち分泌の停止が遅いことも認められ、1茎当り葉面積の大きいことが乾物分配量を増大させ、各器官の生長量をも大きくしたことを裏づけている。通気区においては、生長や収量の指標となるその他の測定項目がいずれも大きかった。

本実験で、収量と葉面積との間に極めて高い相関関係が存在することが明らかになり、1茎当り葉面積の確保・維持がジュンサイの栽培にとって極めて重要であることが明確になったといえよう。また、収量と生長指標（葉柄長、節間長、節間の太さなど）との間にも高い相関関係が認められたが、これは葉面積の確保に伴う生長各器官への乾物の高分配の結果と考えられる。このことは、ジュンサイの栽培においては、順調な生長が高品質・高

収量に結びつくことを示すものである。そして、そのためには、好適な環境を確保して1茎当り葉面積を確保・維持することが重要である。

また、水の透明度が高く、水中への光の透入量が多かった通気区と浅水区では、水中の葉柄と節間の皮層細胞内に多量のアントシアニンが見い出された。アントシアニンの生成にとって水中への光の透入量の多いことが必須であったことは、栽培区Ⅰ～Ⅲではアントシアニンが少ないか認められなかったことから明らかである。しかし、一般的に、色素の生理機能については不明の点が多く、ジュンサイにおけるアントシアニンの役割についても明らかではないが、今後の課題として興味深い点であろう。

なお、通気区に併設して、通気以外は同じ条件の無通気区も設けてあったが、ジュンサイハムシの被害が甚大であったため十分な測定が行えず、結果の記述を行わなかった。その無通気区においては、微小藻類の繁殖が著しく、水底は還元状態で、水の透明度も著しく低く、ジュンサイの生育は栽培区Ⅱに類似して全般に不良であったことを付記しておきたい。

摘 要

ジュンサイの生育、収量および品質に影響を及ぼす基本的な要因のうち、光合成量の減少、浅水および水の透明度について、遮光、浅水及び通気処理をそれぞれ行ってその影響を調査した。

1. 遮光処理の影響は葉面積に最も強く現れ、これを著しく減少させて収量および品質を低下させた。
2. 浅水処理は、葉、葉柄、節間などの生長を全般的に抑制し、収量および品質を低下させた。
3. 通気処理に伴う水の透明度の上昇は、生葉数の増加を通じて葉面積を増大させ、生長を旺盛にして収量および品質を著しく高めた。
4. ジュンサイの栽培を行う上で、十分な1茎当り葉面積の確保と維持が極めて重要であることを明確にした。

引 用 文 献

- (1) 松田智明・原弘道：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，茨大農学術報告，33，1～13（1985）。
- (2) 佐竹秀雄・大沢章：山菜—採種・料理・加工—，p.50～51，196～198，219～222（1973）農文協（東京）
- (3) 土崎哲夫：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）—，農土誌，53，523～527（1985）

Effects of Shading, Shallow Flooding and Aeration on the Growth and Yield of Water-shield

(*Brasenia schreberi* J. F. Gmel.)*

HIROMICHI HARA, TOSHIAKI MATSUDA and TERUO MATSUDA

Water-shield is a kind of aquatic plant and the top part of a stem is used for food. This paper deals with the effects of photosynthate reducing, shallow flooding and water clearing on the growth, yield and quality in the cultivated water-shield.

1. It was indicated that photosynthate reducing by the shading treatment decreased the leaf area per stem remarkably and diminished the yield and deteriorated the quality because of poor secretion of mucilage.

2. It was indicated that the shallow flooding treatment suppressed all of the growth index related to the yield components, such as the size of unexpanded leaf and the amount of mucilage in the harvesting part.

3. Water clearing caused by aeration enlarged the leaf area because of increasing in number of green leaves per stem and brought about a high yielding and the best quality.

4. It was clarified that the acquisition and maintenance of leaf area per stem was very important factor in the cultivation of water-shield.

* This paper is part 2 in the series "Studies on the growth and morphology of water-shield".