

第4章 発芽直後のヒシ種子除去及びモニタリング調査

1 事業目的

ヒシ種子を除去したエリアにおける貧酸素の改善状況、底生生物の生息状況及び水生植物の分布状況を確認する。

2 ヒシ種子除去作業

1) 作業方法

下諏訪町高木沖の10haの範囲(図4-1)で、発芽した直後のヒシ種子を船上からレーキにより草体ごと絡めて除去した。また、その後展葉したヒシを月2~3回手刈りで除去した。

2) スケジュール

	5月	6月	7月	8月	9月
種子除去	9日、15日、17日、20日 22日、24日、27日				
手刈り		20日、23日	11日、14日 28日	7日、21日	5日、8日 26日

3) 結果

○除去した発芽直後のヒシ種子重量は、計2,740kgであった。

○5月上中旬に実施した南側のエリアは、6月以降ヒシが急速に繁茂し、手が付けられない状態になったが、5月下旬に実施した北側エリアは、その後の月2回の管理の効果もあり、ヒシ繁茂を抑制することができた。

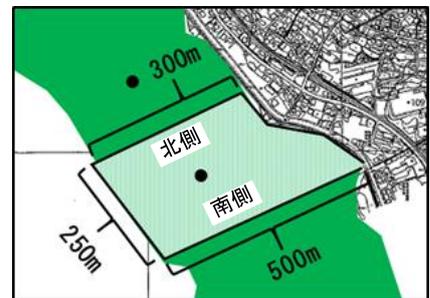


図4-1 ヒシ種子除去範囲



5月9日



5月9日 ヒシの成長状況(約30cm)



5月15日



5月15日 ヒシの成長状況(約80cm)



5月17日 ヒシの成長状況（約90cm）



5月20日 ヒシの成長状況（約180cm）



5月22日 ヒシの成長状況（約240cm）



5月24日 ヒシの成長状況（約240cm）



5月27日 ヒシの成長状況（約260cm）



除去したヒシ種子を天日干し乾燥



6月5日 乾燥したヒシ種子積み込み



6月5日 堆肥化ヤード内でのヒシ種子荷下し



5月29日 除去作業後の南側エリア
展葉したヒシが目立つ



7月14日 月2回の手刈り作業（北側中心）



3 モニタリング調査

(1) 埋土ヒシ種子量調査

下諏訪町高木沖においてヒシ種子除去区とその周辺の底泥を採取し、ヒシ種子の埋土量を調査した。

1) 調査目的

平成 28 年度事業の結果、春季の種子の除去だけでは、夏季に残ったヒシが繁茂し、秋季には新たに生産された種子が加入するため、翌年に持ち越される種子量は減少しないことが明らかになった。そこで、本年は種子除去とその後の定期的な刈り取り作業により、ヒシの抑制が可能かどうかを埋土種子量の面から検討した。

2) 調査内容

ア 調査範囲

前年の 8 月時点でヒシが密度階級 H で分布していた下諏訪町高木沖の水域で、平成 29 年春季に種子を除去しその後手刈りと刈り取り船によるヒシの管理を行った 113,000 m² (幅 260m×長辺 500m、短辺 350m) とした (以下、除去区。図 4-2)。

種子の採取は、春季は除去作業の前後に各 10 か所で行った。秋季については、除去区内のヒシの分布が一様でなかったため、8 月調査時点のヒシの分布状況を基準として、ヒシが繁茂した場所 8 か所、繁茂していなかった場所 8 か所、両者の境界 4 か所および除去区外 8 か所の合計 28 か所とした。

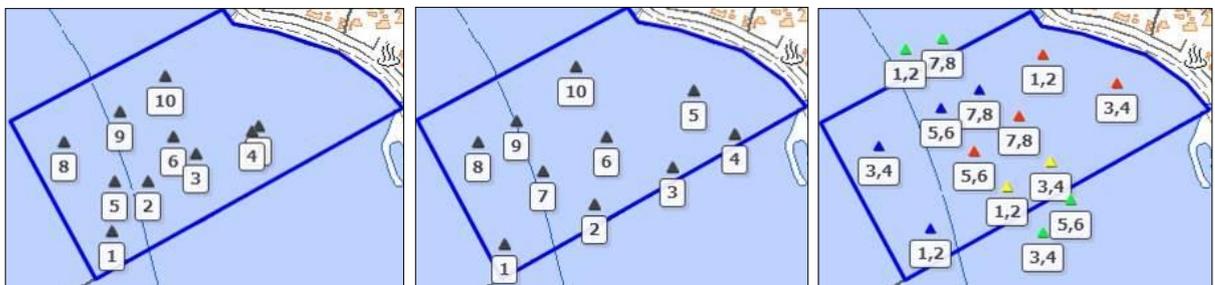


図4-2 ヒシ種子の採取箇所(左:除去前 中央:除去後 右:秋季)

※11月: 赤:除去区(ヒシ繁茂)、青:除去区(ヒシ非繁茂)、
黄:除去区(ヒシ繁茂境界)、緑:除去区外(対照区)

イ 調査実施日

春季 種子除去前: 4月21日
種子除去: 5月9日～5月27日
種子除去後: 6月7日

秋季(ヒシ枯死後): 11月13日

ウ 採取方法

ヒシ種子の採取は、内径 36cm の円筒を底泥に差し込み、円筒内の泥をタモ網ですくいとり、船上でソーティングして泥中から種子を採取し、発芽の有無に分けて計数した。

3) 調査結果

各調査時の回次ごとのヒシ種子の採取数を表4-1に、春季のヒシ種子密度を表4-2に、秋季のヒシ種子密度を表4-3に示した。

春季の除去区内のヒシ種子の密度は、除去前 53 個/m² に対して、除去後 44 個/m² であったが、両者に有意差はなかった (Mann-Whitney の U 検定、 $p > 0.05$) (表4-2)。これは、今回のヒシ種除去の努力量が除去面積及び種子量に対して小さかったためと考えられた。

除去前の各採取箇所での採取数は、0 から 13 個と地点間でばらつきが見られたが、除去区内で種子分布に特定の傾向は見られなかった。除去後の各採取箇所での採取数も、0 から 18 個までばらつきが見られ、中央から南側で多い傾向が見られた。これは、南側の除去を作業期間の早い時期に行なったため、茎が十分伸長していない個体が多く除去効率が低かった可能性が考えられる。

表4-1 各調査区での1回あたりのヒシ種子の採取数

採取箇所	春季		秋季			
	除去区		(ヒシ繁茂)	除去区		除去区外 (対照区) a,b
	(除去前)	(除去後)		(ヒシ非繁茂) a	(ヒシ繁茂境界) b	
1	0	0	6	1	0	6
2	7	2	16	0	3	7
3	3	9	1	0	1	9
4	2	18	1	0	0	8
5	7	3	5	2		3
6	8	0	7	1		9
7	6	5	0	0		7
8	8	0	0	2		13
9	0	2				
10	13	6				

※各時期で採取場所が異なるため、同じ番号でも時期ごとに対応はしていない

※a,b 符号間に有意差あり

表4-2 春季での1m²あたりのヒシ種子の密度

調査区	発芽	未発芽	種子合計
除去区(除去前)	37	16	53
除去区(除去後)	29	15	44

表4-3 秋季での1m²あたりのヒシ種子の密度

調査区	発芽	未発芽	種子合計
除去区(ヒシ繁茂)	0	44	44
除去区(ヒシ非繁茂)	0	7	7
除去区(ヒシ繁茂境界)	0	10	10
除去区外(対照区)	0	76	76

秋季のヒシ種子の密度は、除去区内のヒシが繁茂していなかった場所で 7 個/m²、除去区内のヒシの繁茂境界で 10 個/m²、除去区内のヒシが繁茂した場所で 44 個/m² および除去区外で 76 個/m² であった。除去区内のヒシが繁茂していなかった場所と除去区外、除去区内のヒシの繁茂境界と除去区外で有意差が認められた (Steel-Dwass 法、 $p < 0.05$)。除去区のヒシが繁茂していなかった場所では、種子の除去とその後の管理により生産される種子の数を抑制することができた。

一方、除去区外と有意差のなかった除去区のヒシが繁茂した場所は、春季の種子除

去以降刈り取りが行われなかった場所で、秋季の種子を減らすためには、種子除去と併せてその後の刈り取りが重要であることが確認された。

4) まとめ

- 春季の種子密度は、除去前が 53 個/m²、除去後が 44 個/m²であったが、統計的な有意差は認められなかった。これは、相対的な除去努力量の不足によると考えられた。
- 種子除去とその後の刈り取りによりヒシの繁茂密度が低い状態を維持できた場所では、秋季の種子密度を対照区の約 10 分の 1 に低減することができた。
- 秋季の種子を減らすには、種子除去と併せてその後の刈り取りが重要であることが確認された。

(2) 溶存酸素 (DO) 濃度・水温の連続測定

1) 調査目的

諏訪湖でのヒシ繁茂の抑制のため、湖底をレーキで耕耘し、発芽直後のヒシ種子をレーキにより草体ごと絡めとり除去する方法を試行している。

そこで、ヒシ種子除去による貧酸素対策の効果を検証するため、ヒシ種子除去区とその対照となる未除去区（無処理区）において底層の溶存酸素 (DO) と水温の連続測定器によるモニタリングを行った。

2) 調査内容

ヒシ種子除去作業の実施後、ヒシ種子除去区と無処理区の湖底に単管を打ち込み固定した。この単管を観測地点として、観測器をロープで底層（湖底から 50cm）の位置に係留し、DO と水温の連続測定を行った（測定間隔： 10 分）。

調査期間は5月下旬より11月下旬までとした。

測定地点	水深 (m)	測定水深 (m)
ヒシ種子除去区(地点⑦)	2.42	1.92
無処理区 (地点⑧)	2.45	1.95

H29年5月26日測定

3) 調査結果

DO と水温をモニタリングした結果を図4-3に示した。

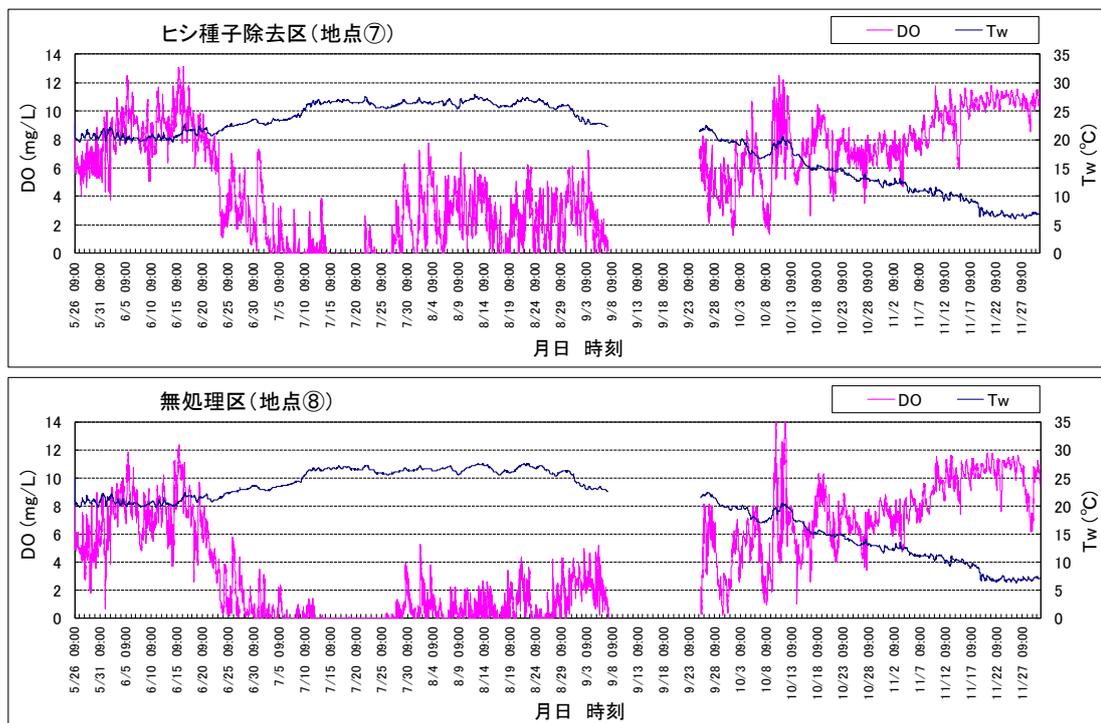


図4-3 ヒシ種子除去区及び無処理区におけるDO、水温の変動

各地点のDOと水温の変動を半月毎の平均値で比較した(図4-4および図4-5)。ヒシ種子除去区の底層のDOは無処理区に比べてやや高い値で推移し、11月になると両者はほぼ同じ値となった。

一方、底層の水温についてみると、ヒシ種子除去区と無処理区ではほとんど差がみられなかった。

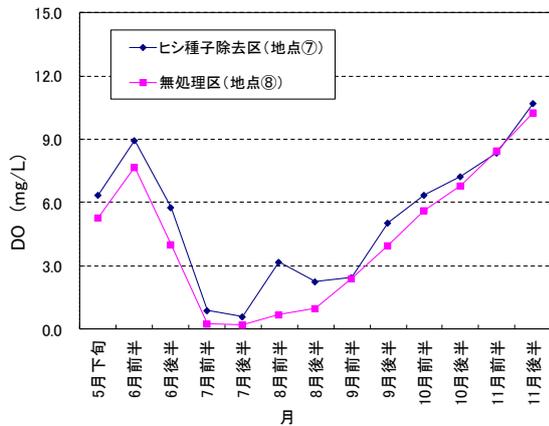


図4-4 ヒシ種子除去区および無処理区におけるDOの比較 (半月毎の平均値)

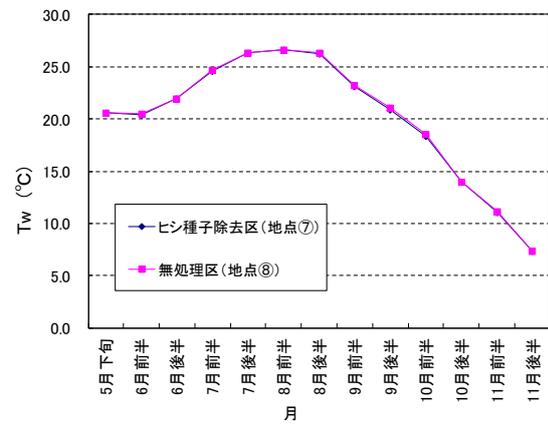


図4-5 ヒシ種子除去区および無処理区における水温の比較 (半月毎の平均値)

また、DOが3 mg/L以下(貧酸素状態)となった測定回数の割合を半月毎に算出し、比較した(図4-6)。

無処理区の貧酸素状態の割合は7月前半から8月後半にかけて90%以上となっていたが、ヒシ種子除去区の貧酸素状態の割合は8月前半に50%以下になるなど、無処理区に比べて低下していた。

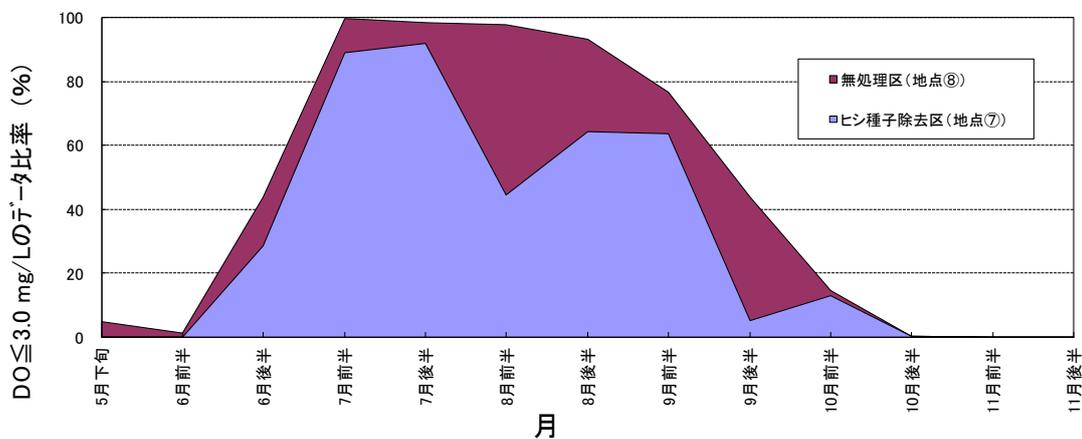


図4-6 ヒシ種子除去区および無処理区における貧酸素状態の比較

(3) 底生生物定性調査

下諏訪町高木沖のヒシ種子除去区およびその周辺の底生生物の生息状況を確認した。

1) 調査目的

ヒシの繁茂した水域では水が停滞し、貧酸素状態が発生し易くなるため、底生生物の生息に悪影響があると考えられている。そこで、前述の除去区において、底生生物の生息状況に改善が見られるか検討するために調査を行った。

2) 調査方法

調査日 8月16日設置、8月18日回収
調査地点 除去区3箇所（ヒシの繁茂有）、3箇所（繁茂無）
除去区範囲外1箇所（繁茂有）
使用漁具 10mm、5mm及び3mmの網笥を各1個設置

目合い	大きさ	開口部数	備考
10mm	67×67×12cm	2	小判型
5mm	45×30×15cm	1	金属製
3mm	45×30×15cm	1	〃

3) 調査結果

除去区およびその周辺では、ヒシの繁茂の有無にかかわらず、魚介類は採捕されなかった。

(4) 水生植物調査

ヒシ種子除去区におけるヒシの種子除去および刈り取りによる、水生植物の生育状況の変化を調査した。

1) 調査目的

平成 28 年度事業の結果、春季の種子の除去だけでは、夏季には非除去区と同程度にヒシが繁茂し、ヒシの抑制や他の水生植物の回復には不十分であることが明らかになった。そこで、本年は種子除去後も定期的に刈り取り作業を継続し、その環境改善効果を水生植物の生育状況の面から検討した。

2) 調査内容

ア 調査範囲

2 の除去区とし、除去区の外縁から約 100m の範囲を対照区とした。

イ 調査実施日

5 月 30 日、6 月 27 日、7 月 28 日、8 月 21 日、9 月 25 日、10 月 24 日および 11 月 13 日に、月 1 回の頻度で調査を実施した。

ウ 実施方法

湖内全域の水生植物分布調査と同様に、船上からの目視調査で、水生植物の群落の外縁または確認地点を GPS で計測した。ヒシについては、株間距離により L (2 m 以上)、M (1 ~ 2 m 未満)、H (1 m 未満) の 3 段階の密度階級に分類した。得られた位置情報から国土交通省国土地理院が提供しているウェブサイト、地理院地図 <http://maps.gsi.go.jp> の作図機能を用いて、水生植物の分布を作図した。

3) 調査結果

除去区およびその周辺における 6 月から 10 月までの水生植物の分布状況を図 4-7 に示した。なお、11 月は水生植物が確認されなかったため、図を省略した。

5 月~10 月まで共通して、除去区の沖側はヒシの密度が低かったが、ヒシの生息に適していない水深となっているためであり、ヒシの種子除去や刈り取りの効果ではないと考えられる。また、6 月まで除去区とその周辺で南北方向に、密度が低い箇所が見られた。同箇所では昨年刈り取り船による作業が実施されており、その抑制効果と考えられるが、7 月以降は同箇所も高密度に達した。

5 月のヒシの密度は、岸際で密度 H、除去区の南側で密度 M となった。それ以外の場所は密度 L であった。岸際は障害物があったため、種子の除去作業ができず、密度が高くなったと考えられる。また、南側の密度が比較的高かったのは、除去後の種子密度の差が影響したものと考えられる。

6 月のヒシの密度は、5 月の状態がより高密度になった分布を示した。種子除去以降、6 月の調査時点までに刈り取りが行われたのは北側中央部のみで、この範囲のヒシの繁茂密度は L であった。これを除くと、一部に密度 M の範囲が認められるものの、全体的には除去区外と同程度となっており、種子除去による抑制効果は、6 月に

は小さくなったと考えられる。

7月から8月の、除去区内で密度 L やヒシが見られない範囲については、手刈りおよび刈り取り船による作業範囲を反映したもので、除去作業がヒシの密度低減に有効であったことを示していた。一方、岸際ではヒシが高密度になり、手刈りでは対応できなくなる状況が見られた。

9月はヒシ群落の外縁部で枯死による衰退が始まり、ヒシが見られない範囲が広がった。

10月にはヒシの枯死が進み、一部に残った密度 L の範囲を除き、ヒシが見られなくなった。

ヒシ以外の水生植物はエビモ、クロモが確認された。エビモは6月には除去区内外で多数確認されていたが、それ以降は8月に除去区外の1地点で確認されたのみであった。この時期は、エビモが枯死する時期に当たるため、自然に衰退したためと考えられる。一方、クロモは7月に、除去区内のヒシの密度が低い場所で点状に確認され始めた。8月には群落として確認され、9月に除去区の西側で分布範囲が急増した。除去区においてヒシの下で潜在的に生息していたか、新たに漂着して定着したクロモが、ヒシの密度の低いところで成長したもので、ヒシの刈り取りが沈水植物の回復に効果があったものと考えられる。

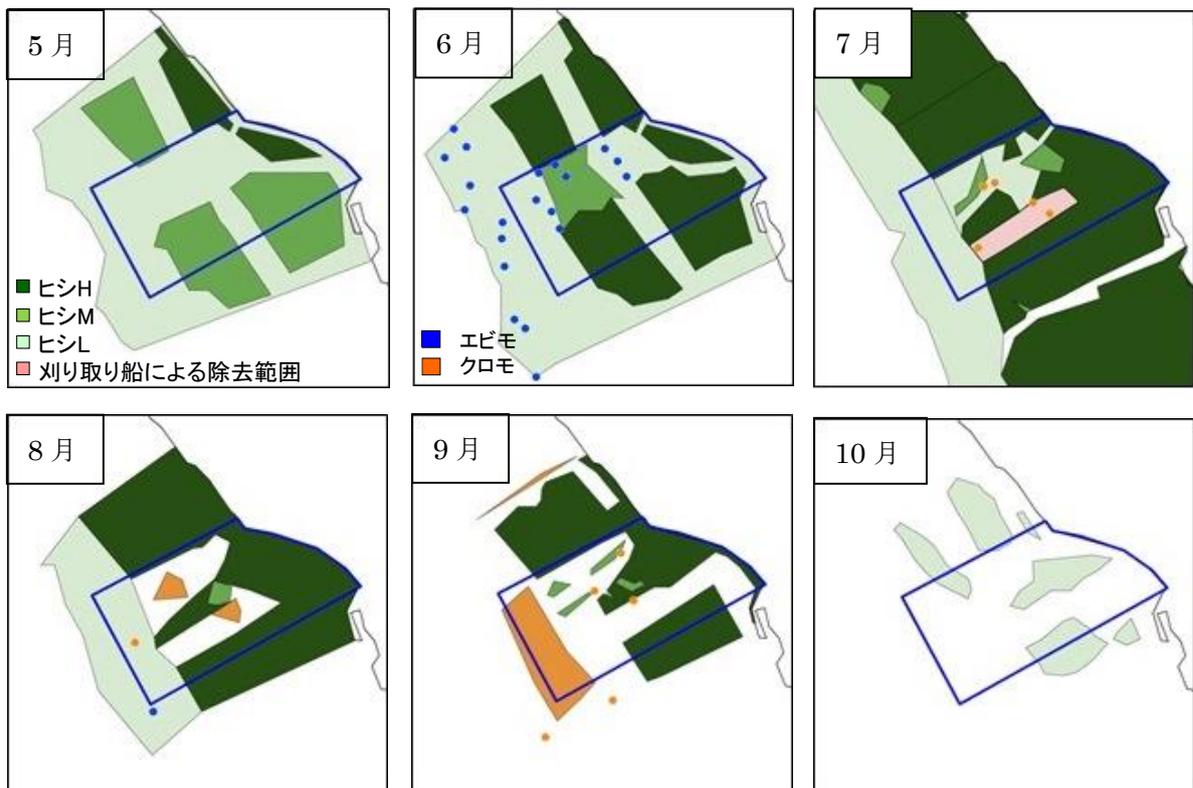


図4-7 除去区周辺の水生植物の分布状況

4) まとめ

○春季の種子除去は、除去の前後の種子密度に有意差は見られなかったが、初期の繁茂抑制に一定の効果がみとられた。しかし、その効果は6月には小さくなった。

- 初期からヒシが高密度で繁茂した場所では、手刈りでは対応できず、初期に密度を低下させることがその後の管理の労力を軽減するうえで重要ある。
- ヒシの繁茂密度が低下した場所の一部ではクロモの生育が確認され、ヒシを抑制することで沈水植物の回復が期待できると考えられた。