

人工藻場の造成に関する研究

I

内藤 慎二・水島 久宜

I ま え が き

近年びわ湖を対照とする干拓事業並びに各種開発事業の急速な発展に伴い、水位の変動その他種々の外的条件変化によって、湖辺浅所・内湖・入江等の葭生・藻場水域の面積は次第に狭められ、これらの水域を主産卵場とするモロコ・鮒・鯉・ワタカ等の有用魚類の天然繁殖・生育に多大の影響をもたらすであろうことは言うまでもない。

従来より県関係機関が中心となり、魚族の集魚・繁殖・生育を助長するため、湖辺浅水地域の各処において水草類の移植による葭生地造成、あるいは、水中林・魚礁の設置等を実施して、水産資源の維持培養に努めて来た。これらの人工施設が、魚・蝦類の集魚・生育の場として優れた効果をあげていることは確認されている。しかし、産卵繁殖の場としての効果については認められない様である。

そこで我々は、天然産卵を助長する方法として、化学合成製品ハイゼックス・フィルムを利用した魚巢の考案による人工藻場の造成試験を実施した。

本年度は、湖南部水域に試験的規模の人工藻場を造成設置して、藻場の構造と設置方法及び人工魚巢の形態と魚卵の産着効果との関係、併せて安定性・耐久性についても調査検討し、二、三の知見を得たのでその経過及び結果を報告する。

本稿を草するにあたり、現場試験に種々ご協力を頂いた草津市志那漁協組組合長藤田雄之助氏、大津市下坂本町唐崎山本伊三郎氏、試験用資材入手についてご便宜を賜った東京都水産試験場大内茂技師の諸氏に対し、ここに記して深謝の意を表します。

II 試 験 方 法

試験区として設定した水域に、次に記するような数種の人工魚巢を作成し、異った構造と設置方法

の藻場を造成、設置して、人工魚巢形態の相違による魚卵産着効果、形態維持の状況及び藻場素材の形成構造別対風浪安定性、耐久性について比較検討した。

1 人工魚巢の作成

人工魚巢の作成材料は、比重が軽く且つ長期間の浸水放置に対しても、腐敗その他変質のない化学的に安定したものでなければならない。その観点からハイゼックス・フィルムを選定使用した。その性質の主なるものは表1の通りで、厚さ0.03%と0.05%の2種、色彩については乳白色、淡緑色、濃緑色及び茶褐色の4色のものを使用して、紐状魚巢、鳥羽状魚巢及びテープ状魚巢と名付けた3種類の形態の異った魚巢を次に記する要領で作成した。(図1 参照)

(表1) ハイゼックスフィルムの主な性質

項 目	性 状 及 び 物 性 値
比 重	0.94~0.95
最高最低使用温度	最高110~115℃ 最低-120℃
耐 薬 品 性	酸、アルカリ、油に対し安定
耐 水 、 耐 湿 性	優
着 色 性	自 由
引 裂 き 強 度	タテ40~200 ^{Kg/cm²} ヨコ400~800 ^{Kg/cm²}
引 張 り 強 度	タテ、ヨコ 200~500 ^{Kg/cm²}
外 観	無味、無臭、無毒

a 紐状魚巢

ハイゼックス・フィルムを巾5cm、長さ70cmに裁断したもの500本を一束として結束し、基部をアルコールランプ等で加熱溶解して半球形に凝固成形し、くびれた部分に結着用細紐を結びつけた。

b 鳥羽状魚巢

巾5cm、長さ70cmに裁断したフィルムに、更に従軸に対して40~50°の角度で20~25%の切込みを3~5%間隔で入れたもの50本を一束として結束した。結束方法は前者と同様である。

c テープ状魚巢

巾2cm、長さ70cmに裁断したもの125本を一束として結束した。結束方法は前2者と同様とした。

作製した魚巢の形態及び色彩別数量は表2の通りである。

(表2) 魚巢の形態及び色彩別作製数量

形態 \ 色	乳白色	淡緑色	濃緑色	茶褐色	計
紐状魚巢	80束	20束	20束	30束	150束
鳥羽状魚巢	50	20	20	20	110
テープ状魚巢	10	—	—	—	10
計	40	40	40	50	270

2 人工藻場の構造と設置方法

人工藻場素材の構造別に浮網式、水中林式、ロープ式と名付けた3様式のものを作製設置して比較検討した。

その作製構造は次に記する通りである。

a 浮網式

長さ10m、巾1m、網目10cmの棕梠縄製海苔養網に浮子用竹として長さ130cmに切断した中細竹を1m間隔に取付けた。

人工魚巢は色彩・形態別にまとめ、網の両側と中央に各一束宛を50cm間隔で計60束結着した。設置方法は、網の両端をロープで水位の上下変動に対しても順応できる程度の余裕をつけて、杭に結着して設置した。(図2の(1)(2)参照)

b 水中林式

径40cm、厚さ20cmの円形コンクリートブロックに長さ約1mの粗朶4本を植込んだものと外径1.5cmのビニールパイプを高さ1mのU字型に曲げ、これを2本交叉して植込んだものとの有枝コンクリートブロック2種類を作製し、このコンクリートブロックの粗朶及びビニールパイプの上部に人工魚巢を2～3束宛結着した。

設置方法は、水深約1.5～2m程度のところを選んで沈設し、結着した魚巢の比重が軽いので、水面に向かって起立の状態を呈するので、その先端が水面下30cm前後になるよう調節して設置した。(図3参照)

c ロープ式

径5分、長さ10mの棕梠製ロープに30～40cmの間隔において人工魚巢を結着した。設置方法は、ロープの両端を杭に結び、水底に接近して設置した。(図4参照)

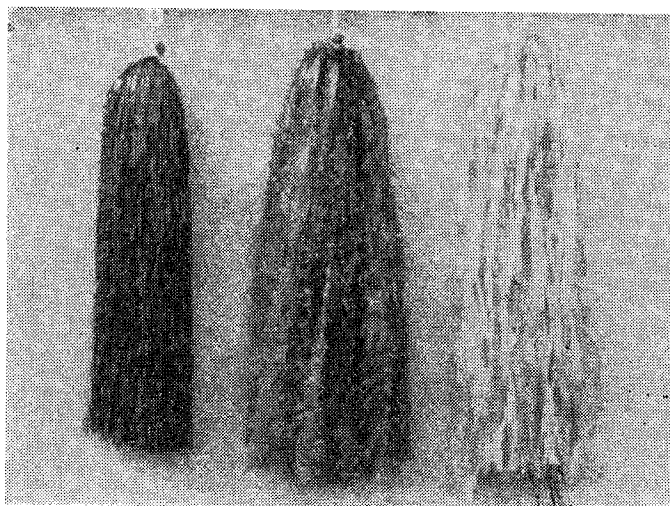


図1 人工魚巢の形態

1. 紐状魚巢
2. 鳥羽状魚巢
3. テープ状魚巢

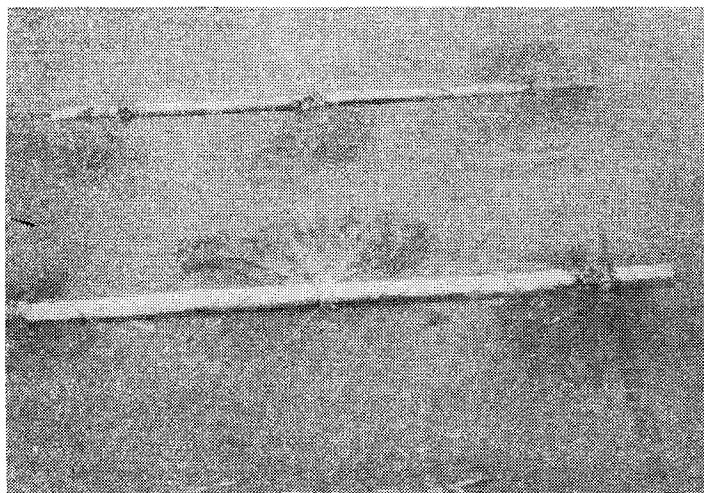


図2 の(1) 浮網式藻場

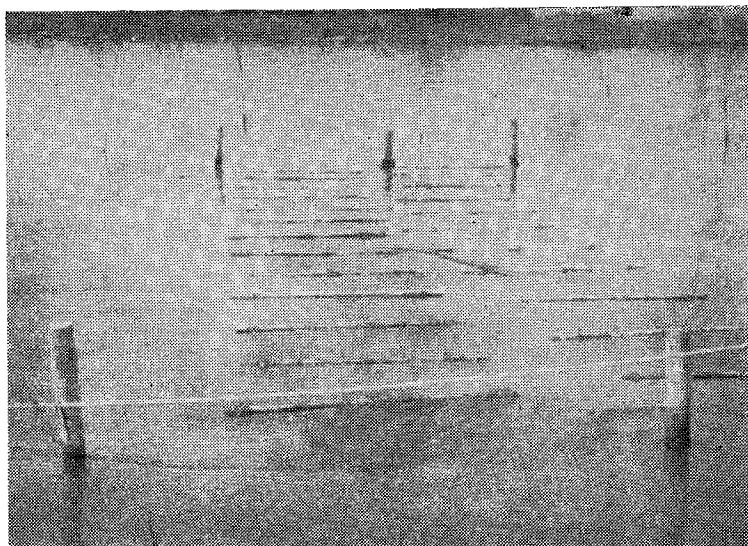


図2 の(2) 浮網式藻場



図3 水中林式藻場



図4 ロープ式藻場

3 人工養魚場の設置

a 試験設置期間

昭和36年5月9日より同年7月31日までの3ヶ月間

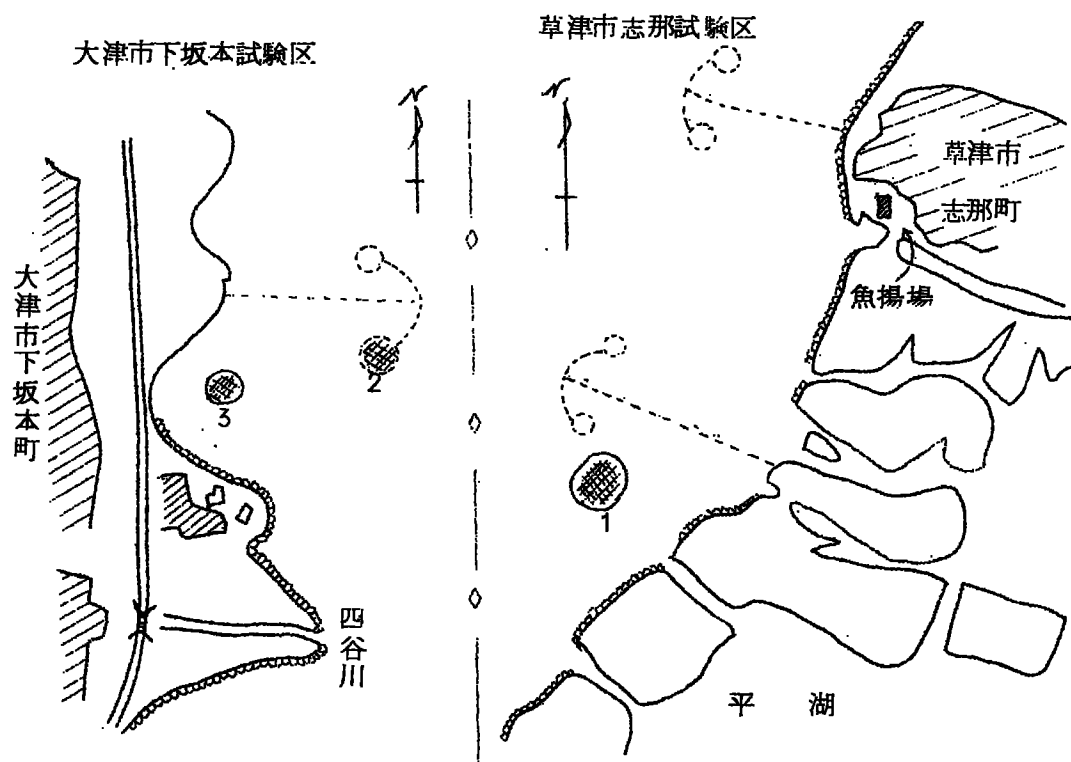
b 試験設置場所

草津市志那町地先水面に1ヶ地区 大津市下坂本町地先水面に2ヶ地区 計3試験区を設定した。
各試験区の設置地点附近の環境その他は表3の通りである。

(表3) 試験区附近の環境

試験区番号	場 所	水 深	底 質	湖岸からの距離	附 近 の 環 境
1	草津市志那町地先	1.5~2.0m	泥	120m	附近湖岸一帯は水草類が繁茂し温水性魚類の好適な天然産卵場である。
2	大津市下坂本町地先	3.0~3.5	砂 泥	150	湖岸附近水域は水草類の自生が多く、又処々に蔭生地帯があり天然産卵場として好適な環境である。
3		1.5~2.0	泥	30	

(図5) 試験区見取図



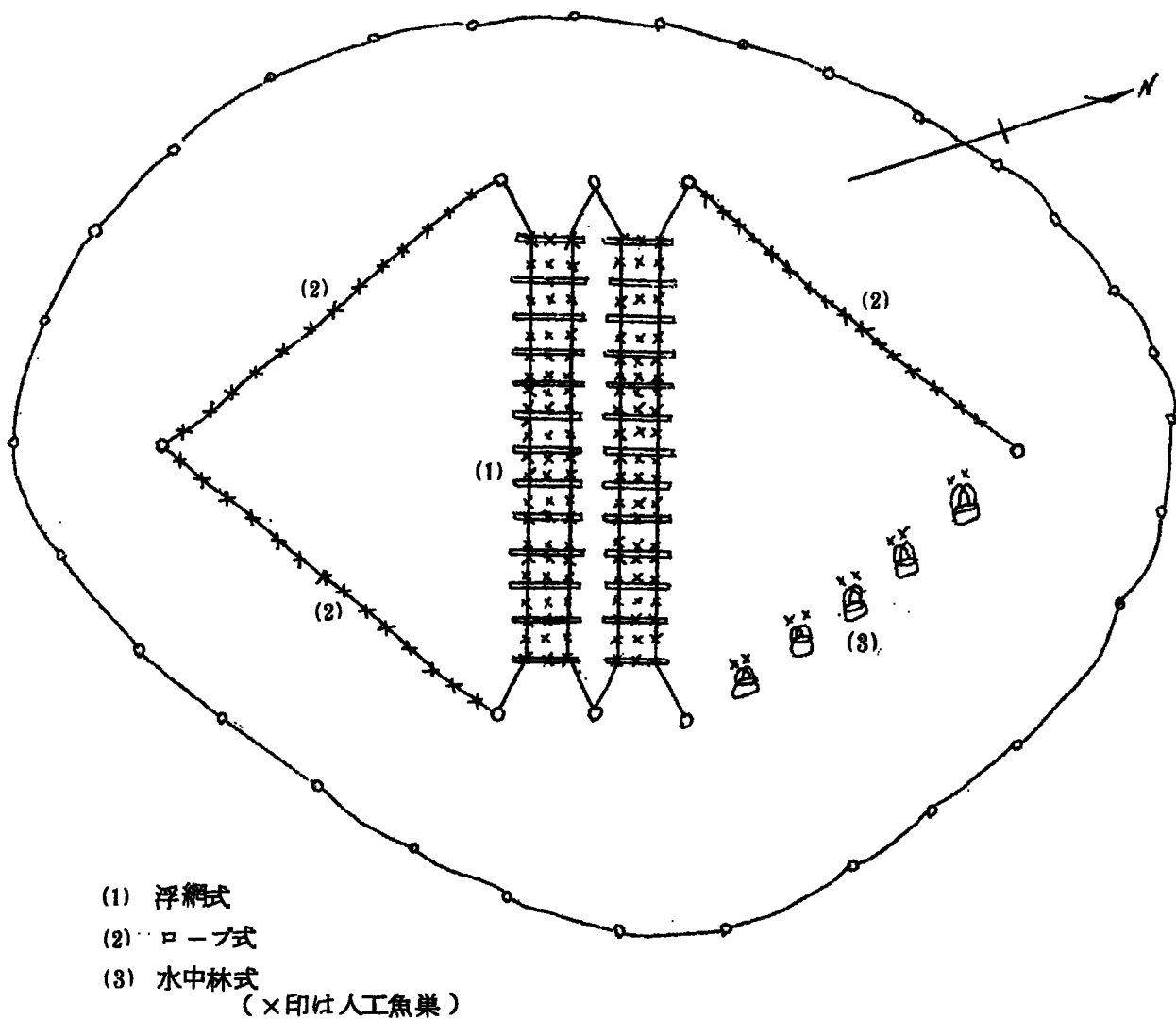
((●) 印は設置地点、数字は試験区番号)

草津市志那試験区

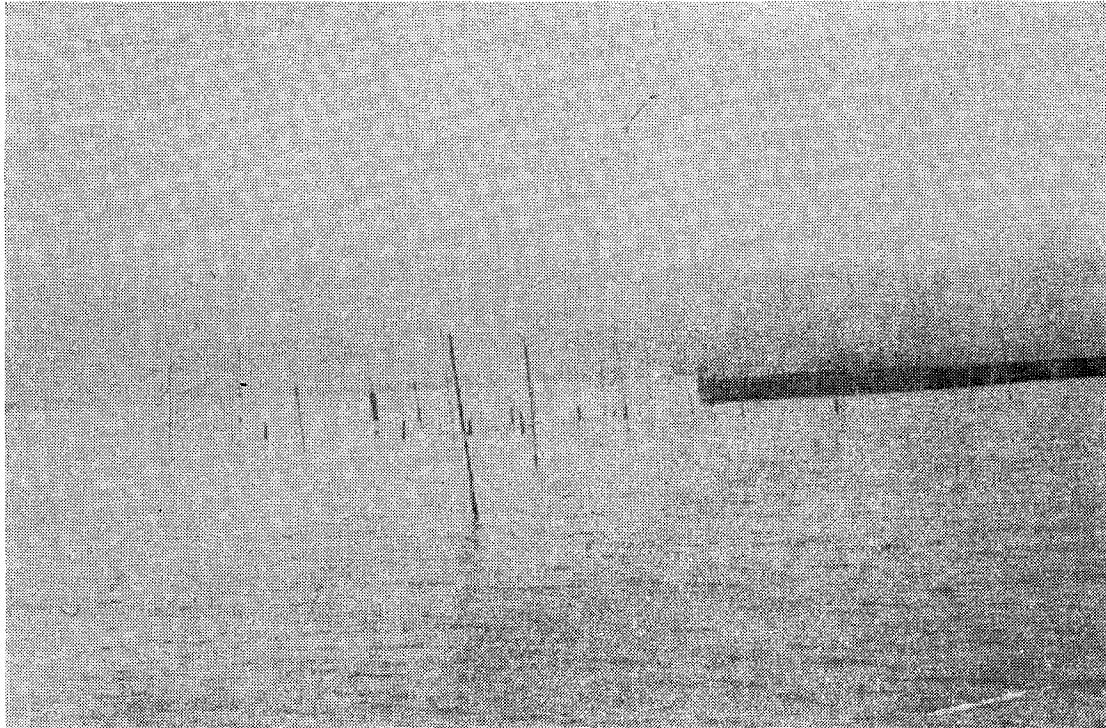
草津市志那町地先約120mの水域(図5 試験区見取図並に表3 試験区附近の環境参照)に浮網式・ロープ式及び水中林式藻場を図6の如き配置で組合せて設置した。

(図7は志那試験区の遠景)

(図6) 志那試験区人工藻場配置図



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 m



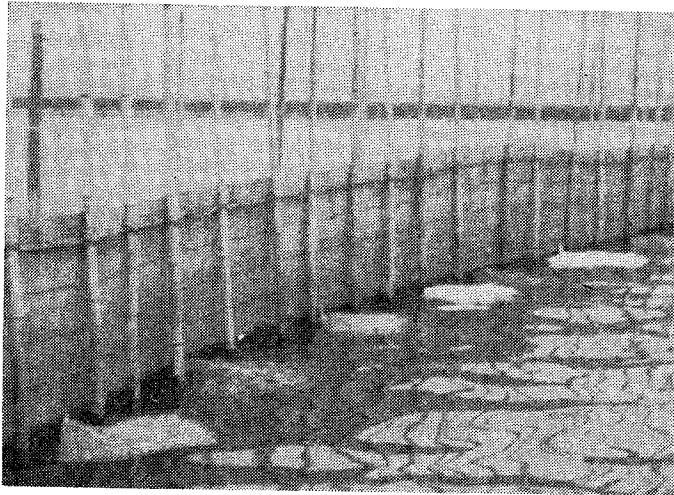
(図7) 志那試験区遠影

大津市下坂本試験区

大津市下坂本町字小唐崎地先水面に敷設してある細目罟(大津市下坂本町 山本伊三郎氏所有)の簀罟内の水面に人工魚巢を設置し、罟内に迷入した魚類を対象として着卵状況を観察した。

魚巢の設置方法は、魚巢を2m前後の間隔をおいて罟周囲の竹簀に結着して、水面に浮かべた。水中沈設のものは、紐に重りをつけて水底に降し、魚巢の先端が水面下50～40cmにある様調節して、紐の途中に結着して設置した。(図8 罟簀罟内表層浮上設置状況図参照)

本試験区の湖岸寄り(図2 試験区見取図参照・試験区番号3)に水中林式藻場を2～3mの間隔をおいて沈設した。



(図 8) 下坂本試験区魚 簀田内表層浮上設置状況図

Ⅲ 試 験 経 過

5月上旬より7月末日に至る約90日間の試験期間中における魚卵の産着状況を重点として、着卵親魚の集魚状況並びに藻場の安定性・耐久性について調査観察した。表4はその期間の経過を旬別に纏めたものである。

尚、本試験は4月上旬に試験準備を完了し、直ちに実施する予定であったが、材料入手等の関係で試験開始が約1ヶ月延期されたので、産卵時期の早いホンモロコについては設置当初僅かな産着卵を見た程度で、大部分は鮎及び鯉であった。

(表 4) 試 験 経 過

月別	旬別	試験経過及び調査観察の概要
5月	上旬	志那試験区人工藻場設置・試験開始 期間中の水位(+)5cm~(+)1.0cm 水温16℃~16.5℃

5月	中旬	下坂本試験区人工藻場設置・試験開始 志那試験区では浮網式藻場の魚巢に設置後2～3日で産着卵が散見された。魚巢の色彩による差違は判然としないが、乳白色のものは着色魚巢に比較して少ない。着卵魚巢はフナ卵が大部分を占め、網の周辺部に結着した魚巢やロープにモロコ卵が僅かに見られた。 期間中の水位(+)6 cm～(+)10 cm 水温 16℃～17℃
5月	下旬	志那試験区・浮網式藻場の着卵状況極めて良好となる。産着卵魚巢の大部分はフナ卵である。 魚巢の形態別では、紐状のものが着卵数が多く、適当に纏絡し、水の疎通も良く、常に風浪の影響を受けて附着した浮泥が洗流され、外観的にも最も適合しているようである。 色彩別では、乳白色のものも相当期間経過することにより、緑藻類が附着して淡緑色に変色し、一般に色彩による産着卵数の差異はあまり明瞭でなかった。 水中沈設の魚巢には、殆んど産着卵は認められなかった。しかし、附着卵の痕跡をわずかながら散見した。 本期になると、魚巢に浮泥・微生物・藻類等の附着物が目立ち始め、特に水中沈設の魚巢には、これらの附着物が多く、浮網式のものには少ない傾向が見られた。 下坂本試験区においても、水面浮上の魚巢に多量の産着卵を見、魚巢の形態・色彩別の差異は志那試験区と大体同じ傾向であった。着卵魚種はフナが殆んどであった。附着物も水面上のものは少なく、水中沈設のものが多傾向が見られた。 期間中水位(+)5 cm～(+)8 cm 水温 16.5℃～18.5℃
6月	月上旬	志那試験区 浮網式藻場の紐状魚巢の産着状況は益々良好となった。附着卵の発育も比較的良好で、発眼卵40%前後、死卵は20%以下であった。しかし、浮網式藻場にあっても、鳥羽状・ロープ式両魚巢には浮泥その他の附着物が増し、産着卵数は減少し、死卵の数は逆に多く見られた。 浮網式の魚巢の附着物も前旬に比し増加した。しかし、まだ魚卵の附着に差支える程には至っていないが、ロープ式・水中林式の場合は益々増大してフィルム比重が大となり、水面に向かって起立していたものが次第に水平以下に下がるようになった。 下坂本試験区 水面浮上の魚巢は非常に多くの産着卵が認められ、発育極めて良好で死卵も少なかった。水中沈設魚巢と水中林式の場合は産着卵もほとんど認められず、志那試験区と同様の傾向を呈している。 期間中水位(+)1 cm～(+)7 cm 水温 18.3℃～22.0℃

6月	中旬	志那試験区 新しい着卵は少々少なくなったが、附着卵の70~80%が発眼卵以上のものであった。浮網式の魚巢にも附着物が相当目立つようになり、乳白色の魚巢も黄緑色に変わり、緑色系統の魚巢と一見区別し難くなった。水中沈設の魚巢は附着物の増加のため水底に向かって垂れ下がるような状態となった。又附着物中に淡水海綿の繁殖がかなり見られた。 下坂本試験区 新たな着卵は減少の傾向を示したが、その他は前旬と大差は見られない。 期間中水位(→)1cm~(↑)4cm 水温18.5℃~23.5℃
6月	下旬	志那試験区 新しい着卵は更に減少した。附着卵の大部分は発眼期以上のもので、孵化稚魚が多数魚巢のフィルム面についているのが見られた。 6月24日~30日の期間梅雨前線豪雨が続き、湖水位は急激に上昇し、湖岸の干上がっていた葭生地も冠水したので、コイ・フナ等の親魚は接岸又は河川・田用水路等に溯河産卵し、人工藻場に対する産卵集魚は極少数に激減した。浮網式藻場も一部を除き水面下に没してしまった。 下坂本試験区 湖水位の異常上昇のため、魚がほとんど水面下に没してしまったため、表層浮上設置の魚巢を撤去し試験を行った。湖岸近くに設置した水中林式藻場は、濁水のため全く観察できなかった。 期間中水位(↑)3cm~(↑)12.4cm 水温21℃~24.5℃
7月	上中旬	志那試験区 湖水位の異常上昇が続き、浮網式の一部を除き水面下に没し、観察不可能であった。 下坂本試験区・志那試験区も同じ。 期間中水位(↑)8.2cm~(↑)12.8cm 水温22.8℃~29.1℃
7月	下旬	志那試験区 7月下旬湖水位は常水位に復したが、その後の着卵は全く認められなかった。 8月上旬試験を打切り、施設を撤去した。撤去時まで人工藻場施設及び魚巢の流失又は破損等の事故は殆んどなかった。 期間中水位(↑)30cm~73cm 水温27.3℃~29.0℃

Ⅳ 結果 及 び 考 察

化学合成品ハイゼックスフィルムを利用し、人工藻場を湖辺の自然水域に設置した。

試験区附近の湖辺一帯は水草が繁茂し、コイ・フナ・モロコ等温水性魚類の好適な産卵場となっているので、果して人工藻場にこれらの魚類が産卵し、ハイゼックスフィルム製人工魚巢に卵が附着するか疑問であった。しかし、産卵状況及び卵の附着状況とも予期以上の成績をあげる事が出来た。

しかし、魚卵の産着状況は、藻場の構造及び設置方法により、又藻場を構成する個々の魚巣の形態色彩によって、可成りの差異が見られた。これらの関係について各項目別に記すと次の通りである。

1 人工藻場の構造設置様式と着卵効果

志那試験区において、構造設置方法の異なる浮網式・ロープ式・水中林式と称した3種類の人工藻場を組合せて設置し、魚卵の産着状況を比較検討した結果、浮網式のものが最も着卵数が多く、人工魚巣フィルム面の1ヶ所に極端にかたまって附着することもなく、大体平均して附着しており卵の発育も良好で、死卵数も少なかった。これは、浮網式藻場は常に水面に浮上しているので、たえず波浪の影響を受け、結着している人工魚巣のフィルムが動揺し続け、藻場素材の網地に適当に纏絡するためフィルムが重なり合うことが少なく、適当な間隙を生じ、従って水の疎通がよく、附着した浮泥等も自然に洗流される等がこの効果をあげ得た理由と考えられる。

これに対してロープ式・水中林式藻場の着卵状況は、浮網式に比較して極端に劣り、設置初期において僅かに散見された程度であり、それも試験中期以後には殆んど認められなくなった。水中沈設の魚巣はフィルムが互いに密着して、間隙が少なく水の交流が悪い上に、表層浮出のもののように小波浪の影響を受けないので、浮泥の附着が設置後日数が経過するに従い目立って増加し、魚卵の附着を阻害したと等が主な原因と考えられる。しかし、設置初期において相当の産着卵を認めたところから、人工魚巣の交換手入れ等の処置を講ずれば、小林・山中²⁾が報告しているモロコ産卵初期の産卵深度の稍深い時にも利用し得る。

下坂本試験区では、主として鉢田内水面において実施したので、操業面の都合も考え、藻場を構成せず個々の魚巣のみを水面浮上式と水中沈設式にわけて設置し、その着卵状況を調査した。その結果は志那試験区と略々同様の傾向がみられた。即ち、水面浮上の魚巣には多量の産着卵が認められ、附着卵の発育状況も良好であった。これに反し、水中沈設のものは設置当初において産着卵を認めたが、日数経過に従って殆んど認められなくなった。

尚、本試験区の水面浮上式の魚巣の成績が良好であったとは言え、浮網式藻場の如き網その他の藻場構成素材の支えがないため魚巣束の拡がりや浮網式の状態と異なり、浮泥の附着量は漸増の一途をたどり次第に水面下に垂れ下がる様になる。そのような状態になった後は、目立って産着卵数が減少する傾向がみられた。

このような結果から、人工藻場の設置様式としては、浮網式のような網その他の素材によって魚巣が支えられて水面に浮出し、波浪の影響を受け水の疎通・浮泥等の自然洗滌が可能な構造設置方式のものが産卵床としての効果が期待出来る。

その際、湖水位の大巾な上下変動にも順応し得て、且つ耐久・安定性の高い設置方法の確立が必要である。

2 人工魚巣の形態並びに色彩と産卵効果

人工藻場を構成する個々の人工魚巣の形態と色彩の相違による産卵効果の関係について調査した。本年度は材料の関係で資料が不十分のため、その傾向を見る程度の予察試験に終った。

表5は人工魚巣の形態別による着卵数を比較したもので、その資料は各形態別に2～4束宛採集

し、産着卵数を計数の上平均した。

尚、両試験区とも水中沈設魚巢は殆んど産着卵が認められなかったので、志那試験区は浮網式のものより、又下坂本試験区は水面浮上のものより資料を採集した。

その結果は、表にもみられるように紐状魚巢が最も産着卵数が多く、次いで鳥羽状・テープ状の順であり、テープ状魚巢は他2種に比し著しく劣っていた。着卵状況も紐状のものが比較的均等に附着しており、死卵率も低かった。

鳥羽状魚巢は、フィルムが互いに密着する傾向がみられ、産着卵が切込み部分にかたまつて附着していた。テープ状魚巢の場合は、更にはなほだしく、所謂魚巢としての外観的形態においても他に比して最も劣るよう思われた。

(表5) 人工魚巢の形態別産着卵数

資料採集 試験区名	魚巢形態	藻場構造 設置様式	資料採集 月 日	測 定 魚巢束数	測定魚巢1束の規格				魚巢1束当り 平均着卵数
					色彩	フィルム の 巾	フィルム の長さ	フィルム の枚数	
志 那 試 験 区	紐 状 魚 巢	浮 網 式 藻 場	6月 8日	4 束	乳白色	5 ⅞	70 cm	500枚	48,700粒
	鳥 羽 状 魚 巢	・	・	4	・	50	・	50	23,800
	テ ー プ 状 魚 巢	・	・	3	・	20	・	125	8,500
下 坂 本 試 験 区	紐 状 魚 巢	水 面 浮 上 設 置	6月21日	2	茶褐色	5	・	500	34,600
	鳥 羽 状 魚 巢	・	・	2	・	50	・	50	24,400
	テ ー プ 状 魚 巢	・	・	2	・	20	・	125	12,000

表6は、人工魚巢の色彩別に産着卵数を比較したもので、資料は材料の都合で志那試験区では浮網式藻場から紐状魚巢、下坂本試験区では水面浮上設置の鳥羽状魚巢から色彩別に2～3束宛採集した。両試験区とも魚巢の色別着卵効果差はそれ程の確かな判定が出来なかったが、傾向としては濃緑色と乳白色のものが少々多い様であった。しかし、着色魚巢は日数の経過と共に附着物のために、茶褐色がかった色に変色し、始めのように色の区別が鮮明でなくなったため、この結果のみにより断定することは早計である。

以上の結果からみて、人工魚巢の形態と魚卵の産着効果は密接な関係があることがうかがえた。即ち、紐状魚巢のように材料フィルムを細く裁断したものは、切断面に沿い微細な皺が生じ、魚卵が附着し易いこと、又適当に纏絡し、小波浪の影響でも受けて、常に動揺するのでフィルム各片が互いに密着不離の状態とならず、天然水藻に近い外観を呈すること等が着卵成績のよい理由と考えられる。一方魚巢の色と着卵との関係は、予期したような差異は認められなかった。

(表6) 魚 巢 の 色 彩 と 着 卵 数

資料採集 試験区名	色彩	魚巢形態	藻場構造 設置様式	資料採集 月 日	測 定 魚巢束数	測定魚巢1束の規格			魚巢1束当り 平均着卵数
						フィルム の 巾	フィルム の長さ	1束の 枚 数	
志 那 試 験 区	乳白色	紐状魚巢	浮網式藻場	6月12日	3束	5%	70 ^{cm}	500枚	35000 ^粒
	茶褐色	"	"	"	3	5	70	500	31,200
	濃緑色	"	"	"	3	5	70	500	32,400
	淡緑色	"	"	"	2	5	70	500	26,500
下 坂 本 試 験 区	乳白色	鳥羽状魚巢	水面浮上設置	6月22日	2	50	70	50	27,500
	茶褐色	"	"	"	2	50	70	50	26,500
	濃緑色	"	"	"	2	50	70	50	30,500
	淡緑色	"	"	"	2	50	70	50	21,300

3 安定性・耐久性について

志那試験区では浮網式・水中林式・ロープ式の人工藻場を設置し、約90日間に亘り試験を行った。期間中人工藻場の施設並びに個々の魚巢の破損・流失等の事故は殆んど認められなかった。しかし水中沈設の魚巢は日数の経過と共に浮泥等の附着物が増加し、そのため魚巢のフィルムが水底に向かって垂れるようになり、着卵効果を著しく減じた。この点浮網式の魚巢はたえず風波により動揺し洗われるため、そのような弊害は比較的少なく安定した効果を持続した。しかし6月下旬水位の急上昇により浮網式の一部を残して、水面下に没してしまうと言う事態が発生した。これは設置方法を工夫改良することによって解決できるものと考えられる。人工藻場構造様式は浮網式によるものが安定・耐久性共に優れており、構造・設置方法の改良により実用化見込みも可能と考えられる。

4 設置経費について

着卵成績もよく、又安定性・耐久性も優れており、将来実用化の可能性ある浮網式藻場の造成経費を参考までに記載すると、表7の通りで浮網式藻場の造成経費は33㎡(10坪)当り9,600円である。しかし今後主材料のハイゼックスフィルムの量産による価格の低下が見込まれることと、網地その他を合成繊維に替えれば耐用年数の伸長により、年当り経費の節減が期待される。又この場合は小規模の造成経費であるので、事業として実施するときは資材の大量購入その他種々の要因により相当価格は安くなるものと考えられる。

(表7) 浮網式藻場造成経費明細 33㎡(10坪)造成

	数量	金 額	備 考
網 地	1張	1,300円	海苔藻網使用
浮子用青竹	20本	1,000	中細青竹(4寸もの)
棕 梶 縄	100m	200	竹結着用

人工魚巢	140束	5,000円	ハイゼックス厚さ0.03% 1束500本 紐状工賃共
設定用杭	2本	800	
ロープ	10m	300	棕梠製(設置固定用)
賃金	2人	1,000	
計		9,600	

V 摘 要

- 1 化学合成品ハイゼックスフィルムを利用した人工藻場を湖南部水域に試験的規模で造成し、温水性魚類を対象として魚卵の産着効果・安定性・耐久性等について調査した。
- 2 人工藻場の構造及び設置様式と魚卵の産着効果とは密接な関係がみられ、水面浮上様式の浮網式藻場が最も着卵数が多く、附着卵の発育も順調であった。これに対し、水中沈設のロープ式・水中林式ははるかに劣った。
- 3 藻場を構成する個々の魚巢の形態も着卵効果に関係があるものと考えられる。
材料ハイゼックスフィルムを細かく裁断した紐状魚巢が最も着卵数が多く卵の附着状況も優れていた。魚巢の色彩(乳白・茶褐・濃緑・淡緑)と着卵数との関係を調査したが、はっきりした差異はみられなかった。
- 4 約90日間の試験期間中、各様式の藻場とも設置中魚巢の破損・流失はほとんどなかった。しかし、魚卵の産着効果を著しく阻害する浮泥等の附着量は日数の経過に従い増加し、特に水中沈設の魚巢はこの傾向が目立った。
浮網式のものは浮泥の附着量ははるかに少なかった。又水位の変化による順応性も浮網式が最も優れていた。
- 5 浮網式人工藻場の造成経費は33㎡(10坪)当り9,600円であった。
- 6 ハイゼックスは化学的に安定した物質で腐敗その他変質がないので数年間の反覆使用に耐え得るので、年当り所要経費は低廉である。

参 考 文 献

- 1 鈴木敏雄・高橋耿之介 : 新しい人工魚巢について
水産増殖 8(3) 151~155 (1960)
- 2 小林茂雄・山中勇太郎 : 浮筏式人工産卵床によるホンモロコの産卵助長について
滋賀水試研報 6, 4~8 (1956)
- 3 村山敏三・出口吉昭・添田秀雄・焼田 茂 : 人工海藻に関する研究
総合海洋科学 3, 15~29 (1961)