

人工漁礁 —その開発の現状と動向—

加藤重一*

筆者は、とくに人工漁礁の研究者ではない。水産土木分野に籍をおいている関係で、時おりこれをみ、ききする機会に遭遇する程度にすぎない。このような事情で、古くて新しい、まだ体系づけられていない人工漁礁について書くことはむずかしい。ただ人工漁礁の本質を考えてゆくと、これは海洋生物資源開発の一分野であり、水産土木も、この目的のための一方法であることに帰着し、この分野の現状を紹介することも無意味でないと思われるので、編集委員会のご依頼を受けることになった。不十分な点を許して頂きたい。この稿は、4月に開かれた海洋開発シンポジウムの補足で、できるだけ再記を避けたいので、その“シンポジウム”講演集の拙文を併読していただければ幸いである。

1. 人工漁礁とは

“ギョショウ”とは何か。漁礁と魚礁とは違うのか。また、人工がつけばどうなのか。まずこれらを決めておかないと筆が進まないわけであるが、残念ながら現在そう明確な定義はないようである。もっとも、人それぞれの解釈でものをいえば簡単だが……。こういうのも、皮相的な言葉の意味を弄するのではなく、漁礁というものを本質的に把握したい意にほかならない。

漁礁は、歴史が古く、戦後、水産増養殖研究の必要性が再認識され、ようやく科学的な方法が実施されると、文字の使用もこれに付随し、そのニュアンスも多少異にしているようである。通説としては、古くから行なわれている副漁具と解される場合は漁礁と書き、最近では純粹に漁具とみられないし、また魚が主になるので、魚礁と書く。魚以外の生物では、たとえばイセエビ漁礁、アワビ礁なども人はいふ。そうして、中を抜いたコンクリートブロックで構成したものが、一時は人工漁礁の代表ともみられたが、写真でみるように、鋼材、プラスチックなど、魚類が蝸集し、文字どおり漁礁が人工であるならば、すべて人工漁礁と呼んでいる。したがって、当学会より与えられた表記の“人工漁礁”はあまり使われない。しかも、これは誤りだという人も多い。誤りかどうかは別にして、ここでは簡略化のために、以下“魚

礁”とする。

要は、魚礁本来の姿から体系化しようとする努力を、次章で述べる開発方向のうちに見出し、本質的にその定義を認識することでなければならぬと考える。

はじめ、副漁具と見られる人工魚礁は、現在でも盛んに行なわれ“—漬け”といわれて、これには材料や対象魚種により数多くの様式がある(図—1参照)。竹、あるいは粗朶(柴)を細工して海に漬け、集まるウオやエビなどを採捕する一種の漁具とみることができる。同様な目的と方法で、経験的に、岩、石を投入し礁となし、集魚の効果にまつものを築礁と呼んでいるが、このように、自然が集魚のヒントを提供していることが、魚礁本来の姿であろう。そこで、魚類はなぜ集まるか、それには理由があり、これはまた分析して考えるべきであるので、それを見きわめて、人為的に計画設置できれば、魚礁開発は可能であろう。ここで初めて、人工魚礁の定義が明らかになるものと考え。これについては、さきのシンポジウムでも discussion したとおりである。

2. 人工魚礁開発の方法

人工魚礁は一つの構造物ではあるが、“シンポジウム”や前章に述べたことよりたやすくわかるように、これは“資源開発計画”として把握すべき一分野であると考え。したがって、それには方向とその基本理念がなければならない。

それは、次の三つの方向を認識すべきではなからうか。

- ① 漁撈を目的とする方向……(構造物として)
- ② 生物資源培養を目的とする方向……(一つの計画学分野)
- ③ 養殖企業態への一段階とみるもの……(生産施設として)

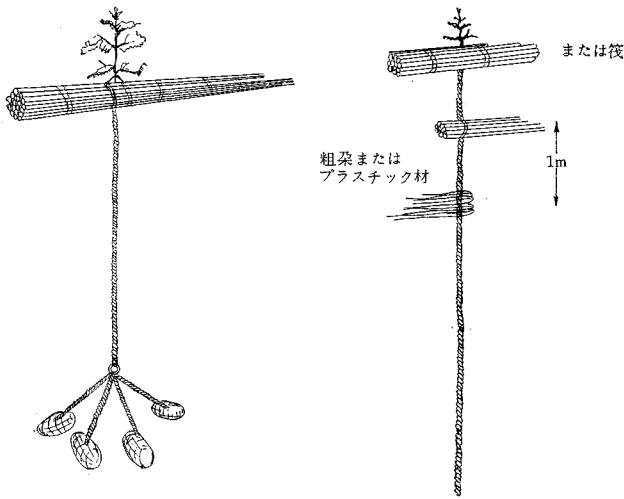
現在、人工魚礁といわれるいろいろな形式は、この3つの性格を合わせもっており、容易に判別しにくいのが、いまその代表的な様式について簡単に説明する。

(1) 柴漬け、シイラ漬けなど

竹、粗朶などを適当な大きさにたばね、海中に投げ、

* 正会員 農博 農林省農業土木試験場 水産土木部第3研究室室長

図一 シイラ漬けと立体魚礁の基本型



エビ、魚などを集め採る漁具漁法をも人工魚礁といわれる。図一はシイラやイナダ（ハマチまたはブリの仔）を集魚の対象としたもので、その魚種の名を冠してそれぞれ呼ばれる。これは地方によって多少異なるが、掲示のものは“立体魚礁”といい、京都府水産試験場で考案された一基本型の模式図である（桑谷幸正：ズキを対象とする魚礁の総合的研究，京都府水産試験場報告業績第8号，1962，参照）。

柴漬けは、河口域、湖沼、湾内など陸近くの浅水で行なわれるので、最近公害の影響があるようであるが、シイラ漬けなどは、沖合で行なわれるので一概にはいえない。いずれにしても、現在もかなり実施されている。

これらは明らかに 2.① の方向にあるものと思われるが、このうちイナダ漬けはハマチ養殖の種苗採集手段もあり、生物的（生態、生理、栄養、病理など）、水産的（育種、餌飼料、経済流通など）な諸問題を解明すれば純養殖への可能性をみつけることができるので、2.③の性格をもつとみることができる。

(2) コンクリートブロック、鋼製人工魚礁など

一般に人工魚礁といわれるもので、次章で述べるように、国（水産庁）も水産業構造改善事業の一環として公共事業の補助を行なっている。コンクリートブロック魚礁は、その代表的なものとして、角型や円筒型などがあり、鋼製のものにはエキスパンドメタルや鋼管などで構成された人工魚礁も地方自治体などで行なわれている。

これは、水産資源培養つまり水産増殖計画 2.② として理解され、その効果判定に集中的な努力が払われている。図二は、コンクリートブロック魚礁、エキスパンド魚礁、鋼管わく魚礁などの設置の状況を示すものである。ここで注意すべきことは、材料名のみを冠して

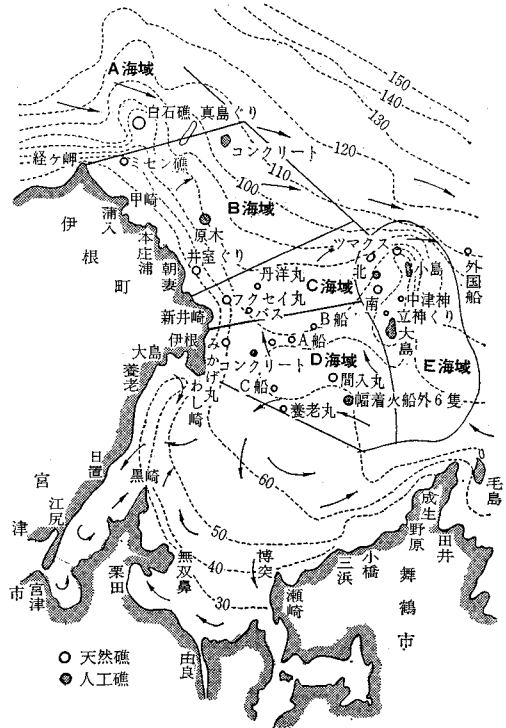
“—魚礁”と呼んではいるが、生物的な意味よりは、むしろ経済的、および他の要因からいわれるのみで、現在ではまだ集魚効果の本質的相違は見出せない。

(3) 栽培漁業について

周知のことであるが、最近栽培漁業、海底(中)牧場(農場)、魚田などの語詞が見られる。このおもな内容は稚魚(各種種苗)の育成、その親魚への中間育成、蓄養(経済流通に関係する)などを手段とし、漁場づくりを目的とするもので、従来の水産業(=漁船漁業または遠洋漁業)と区別する新しい水産の一つの柱、すなわち増養殖漁業(資源培養型漁業)として認識されるものである。したがって、この中に増殖的な意味と養殖的な要素を包蔵し、客観的にかつ動的に把握すれば、企業への方向、すなわち、養殖への一過渡現象とみることもできる。ゆえに栽培漁業で利用される人工魚礁もかような見方ができる。魚礁一般は、一次産業的な性格より脱出する方向にあると見る人も多数いる。この場合、魚礁は一つの 2.③ 生産施設とみられるわけである。タイ、サケ、アワビ、イセエビなどの増殖は、これに属する。

なお、人工魚礁計画がすすみ、期待効果の発現がみられるときは、未利用たん白資源開発も可能であると思わ

図二 人工魚礁設置図



れる。

3. 人工魚礁開発（研究）の現状と動向

(1) 人工魚礁設置事業の実施状況

以上のような目的を指向して、現在もたえず国、県、漁協などで魚礁開発に努力が払われているが、参考のため、水産庁の事業概要を示すと次のとおりである。

戦時中衰微した沿岸水産資源の回復とその増殖をねらいとした漁場改良造成事業は、浅海増殖事業として昭和27年度から5か年計画で始められ、29年度に、イセエビ、アワビ、ナマコを対象として、瀬戸内海対策5か年計画で魚礁設置が開始された。昭和30年には海外にも魚礁を設置することとなり、33年度からは沿岸漁業振興特別対策事業の5か年計画が開始され、その中で大型魚

礁設置事業（従来の魚礁設置事業を並型魚礁と称する）が始められた。その補助率は1/2である。37年に沿岸漁業構造改善事業が10か年計画で開始されると、補助率は6/10に引き上げられた。38年から独立して公共事業として実施することになり、37年～46年までの予算わくは36億2000万円と定められた。以後現在に至っている（表-1～3参照）。

表-2 第2次構造改善事業（昭和46～75年）における計画

事業別	総額（億円）
浅海漁場開発事業	100
投石・岩面爆破・コンクリート面造成その他	40
沖合保全養殖施設	162.5
漁場改良	100
漁場造成	140
大型魚礁	166.6
合計	709.1

表-1 人工魚礁設置事業実施実績

事業名	事業区分	昭和27～36年		昭和37～41年		合計（昭和27～41年）							
		箇所	事業費	箇所	事業費	箇所	事業費						
		事業量	国庫補助金	事業量	国庫補助金	事業量	国庫補助金						
漁場改良造成事業	築いそ事業	3991	1630500	2285	1563684	6276	3194200						
	内 投石	—	573300	—	775258	—	1343700						
		926119 m ²		600個 433719 m ³	1159436	5210	600個 1359838 m ³						
		441	495228 m ³	427	479553 m ³	868	974881 m ³						
	内 岩礁爆破	2		196	74655	198							
310 m ²			1313 m ³ 117105 m ²	35536	117415 m ²								
内 築いそ事業	1139	266007個	1226800	442000	1946	2034839	3085	721065個	3261600	1455100			
	計	48	83178個	396400	198000	206	661368個	1826383	254	744546個	3452900	2024300	
大型魚礁設置事業	内 北海道	16	37497個	117300	586000	69	416399個	1367492	805605	85	453896個	1484000	894100
	内 内地	32	45681個	277100	139400	137	244960個	1689201	1010778	169	290650個	1968000	1150200

注：昭和43年4月、水産庁漁業振興課の資料による。

表-3 人工魚礁の効果

区分	事業量	事業費 (千円)	漁獲の程度(注)						受益漁船数				
			A	B	C	D	E	F	全対象数 (a)	利 用 数 (b)	b/a×100 (%)		
並型魚礁	100% 377か所 360319個	1519053	94.9(%) 47.2 178			47.7 179	8	7	4	1	70379隻	無動力 7550 3000 計 10500	14
大型魚礁	100% 42か所 231654個	231654	92.8(%) 33.3 14		59.9 52	2	0	1	0	37102	無動力 1277 11050 計 12327	32.9	

注：A：非常に魚獲があった（従来利用していた天然礁よりよい）。
B：普通の魚獲がある（従来利用していたと変わらない）。
C：魚獲が少ない（天然礁と比べて劣る）。
D：ほとんど魚獲がない。
E：はっきりわからない。
F：使っていない。

(2) 魚礁設置事業事例 (京都府の場合)

魚礁の効果とその判定は、まだ十分明瞭でないとはいえ、實際上、魚礁効果は明らかである(写真-2参照)。水産庁、京都府、千葉県および神奈川県水産試験場で調査された結果を一例として図-2および表-4に示す。

(3) 魚礁開発(研究)の最近の動向

人工魚礁開発は、生物など、工学、経済学など諸体系の総合された雑学的な分野である。その一例として土木工学的な手法を“シンポジウム”に示したが、魚礁開発を前進させるものは、何をおいても、対象となる生物と

魚礁との関係を明確化することにつぎ。このことから、魚礁開発研究は、それ相当の時間的、空間的要素を必要とする。たとえば、その材料の強度や設置方法など土木的にアプローチする面での魚礁研究は、魚礁効果に対して先喰いの研究が行なわれがちである。一方、水産側からアプローチする場合にも同様で、生物生態を取扱う場合、試行的な実験(摸索)を繰返す必要性が生ずる。これらのことがら、ときには、魚礁開発途上のアンバランスとなって、好ましくない状態を呈することにもなる。このようなことがらをも魚礁開発の一つの特徴として考え、草わけ期間的な状態の中に合理性をみつけつつ研究が行なわれることが望まれる。

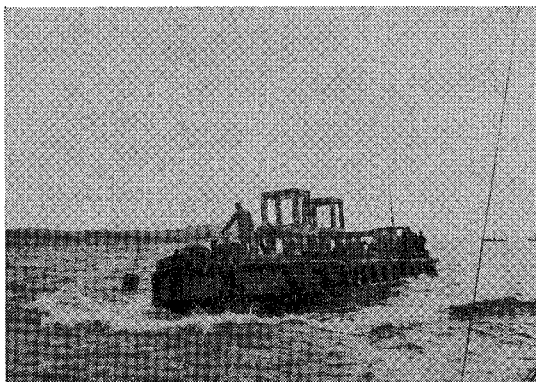
表-4 舞鶴湾における魚礁の生産効果(9月~12月の期間)

(単位:g)

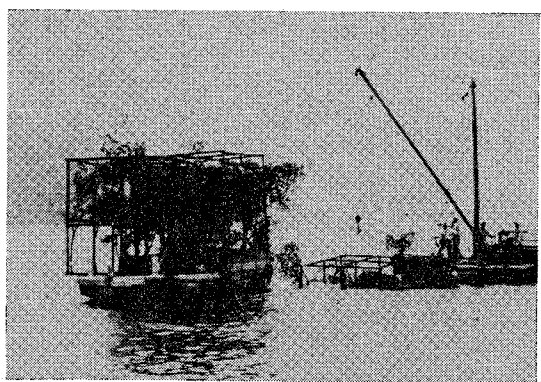
区	分	隻数	ブリ	マルゴ	大ダイ	中ダイ	小ダイ	ヒラメ	レンコ	大アマ	中アマ	小アマ	モイオ	他	計	順位		
人工魚礁	コンクリート	コンクリート魚礁 1隻当りの漁	67			28 800 429	124 450 1 857	40 000 597	75 1	69 400 1 035	211 650 3 158	270 400 4 035	72 500 1 082	23 850 355	2 500 37	843 625 12 591	8	
	バス	バス魚礁 1隻当りの漁	22			7 900 359	38 650 1 756	15 000 681		19 750 897	39 100 1 867	64 700 2 940	15 250 693	10 800 490	16 000 727	227 150 10 324	10	
	鉄	みかげ丸 1隻当りの漁	27			11 600 429	55 600 2 061	16 925 626	500 18	22 050 816	44 750 1 657	32 500 1 203	12 550 464	10 050 371		206 525 7 649	11	
	船	外国船 1隻当りの漁	5				6 500 1 300	3 500 630		8 900 1 780	23 400 4 680	22 800 4 560	12 300 2 460	800 160		77 850 15 570	2	
	魚礁	古	A 1隻当りの漁	16			2 100 131	22 300 1 393	25 900 1 618		19 400 1 212	40 350 2 521	54 200 3 387	6 900 431	47 450 2 965		218 600 13 662	3
			B 1隻当りの漁	6				6 800 1 133	4 700 783		8 100 1 350	12 500 2 083	40 500 6 750	5 000 830			77 600 12 933	6
			C 1隻当りの漁	27			7 900 292	62 500 2 314	21 400 792		29 450 1 090	91 500 3 388	90 100 3 337	34 140 1 264	24 000 888		360 990 13 370	5
		船	丹洋丸 1隻当りの漁	36			3 700 102	66 200 1 838	29 000 829	400 11	76 400 2 122	91 200 2 533	112 900 3 136	34 100 947	22 600 627		437 400 12 150	9
			原木礁 1隻当りの漁	12			11 500 958	19 600 1 633	7 900 658		18 300 1 523	38 300 3 191	45 800 3 816	11 250 937	9 500 791		162 150 13 512	4
			天魚白石周 然礁辺 1隻当りの漁	73	800 10	14 100 193	47 400 649	234 200 3 208	109 650 1 502	24 700 338	365 500 5 006	163 300 2 236	100 100 1 371	26 060 356	167 900 2 299		1 253 710 17 174	1
	自然漁場	天魚大島東 然礁場 1隻当りの漁	81				48 900 603	29 850 368	8 100 100	78 550 969	334 700 4 132	401 750 4 959	104 060 1 284	31 750 391	700 8	1 038 360 12 819	7	

写真-1 魚礁ブロック投入状況(京都府水産試験場提供)

(1) コンクリートブロック



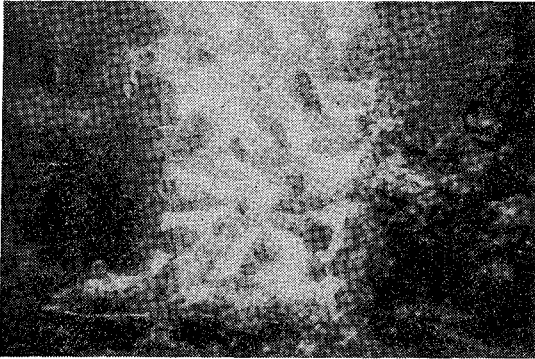
(2) 銅管わく



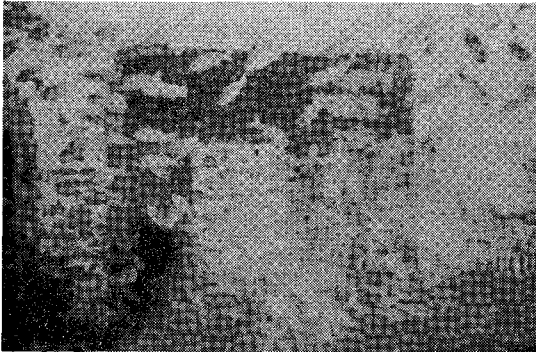
最近、人工海藻を利用した魚礁が考えられつつある。これは傾向というよりも自然の成行きとして、プラスチック材料の導入利用が各方面で行なわれているが、魚礁についても、コンクリート、鋼に比して細工が容易であり、腐食しにくく、種々なる構造にくふうされ、かつ軽量で安価である特徴もいかされている。プラスチックには、ポリ塩化ビニール、ポリエチレン、ポリスチレンの材料が人工海藻およびそれを付着せしめるわく材として利用されている。これらの構造、耐久力など各項目の間

写真-2 人工魚礁の集魚状態

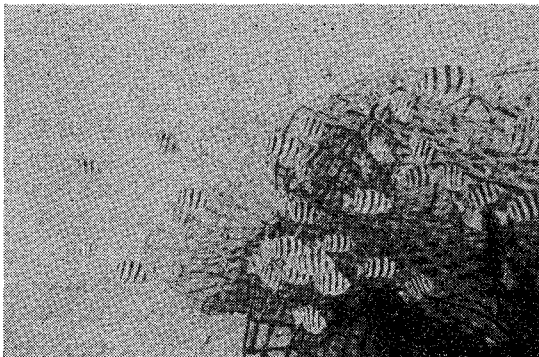
(1) 神奈川県水産試験場における実例 (同試験場提供)



(2) コンクリートブロックの場合の実例
(水深 40m, 透明度 3)



(3) エキスパンドメタルの場合の実例
(水深 28m, 透明度 3)



題点については、一般と同様、すでに“シンポジウム”に述べたとおりである(図-1 参照)。

さて、ここで気のつくことは、この人工海藻なる新話と、それに付随する意味を考えると、さきに述べた漁具としての“—漬け魚礁”ないしは立体魚礁とはどう違うか、端的には材料が異なるだけではないだろうか。もっとも、前者は 2.①、人工海藻魚礁は 2.②の要素が強いともいえる。かつ一方において、立体魚礁やコンクリート、鋼材魚礁も、あたかも一つの効果判定規準が確立されたごとく、依然として続けられていることは表-4にみるとおりである。さらに国は、現状に従いコンクリート材料のみならず、今後は鋼製、古タイヤ材料などをも、人工魚礁設置事業として認めよう、とする傾向にある。“魚礁開発はなやかなり”の様相を呈してはいる。

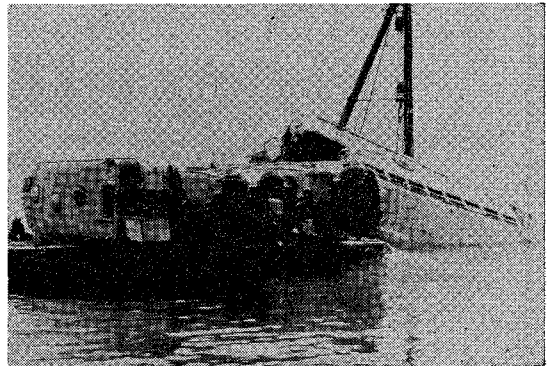
すなわち、いかに魚を集めるかに試行模索の努力が続けられているわけであるが、われわれは、一見、複雑な現状を一つの過渡期となし、土台として各分野の協力を得て、これらにより、合理的な魚礁計画基本の樹立されることを期待したい。

(4) 付記—廃物人工魚礁について

人工魚礁について書く場合、かならず一言触れておく

写真-3 廃物利用の人工魚礁
(京都府水産試験場提供)

(1) バスの場合



(2) 老朽船の場合



べきことがある。それは、**廃物利用の人工魚礁**である。これは以上の方法にてらし、全く同様のことがいえる。材料が、古船、バスなどの廃物であるにすぎないが、ただ、それに置替えてすましておればよいものかどうか。

廃船(沈没している船も)、廃車、古タイヤ、崩壊したコンクリート塊、最近では、塵芥となったプラスチック製の雑貨なども利用されようとしている。そうすることにより、名称を頭につけて、たとえば**バス魚礁**などと呼び、魚礁を分類する際の一項目に、名を連ねている次第であり、現在も盛んに行なわれている(写真-3参照)。たしかに、これらは、表-4でみることができるように魚礁効果があり、かつての軍艦の沈没したものなどは最良といわれる。しかも設置費用は安価であり、いうことなしではあるが、筆者には、すなおにうけながし得ない何かを感じる。“これらは文字どおり**人工魚礁**である”とか、“廃物という名称に由来するかつてのみすぼらしい感情が払拭できない”など、しゃれや皮肉を弄している暇はない。廃物人工魚礁が順調な魚礁開発途上において、ややもすれば(もし、“姑息な”ということが許されて、かような手段に甘んじてすごすことが)惰性で習

慣となり、それが人工魚礁設置事業の性格として固定してしまえばどうなるか。ときには、予算上にも好ましくない影響がおよぶ可能性があり、当初、海洋開発の理念に徴し、何をかいわんやである。これが悪循環として予算の不足ゆえに、やむをえず暗中模索が終始すると、健全な研究途上に隘路が生じないかということである。

廃(古)船、廃車の効果を科学的に解明する努力が払われて、それが最良であると説明されるか、または、もはや廃船、廃車を利用するよりも、より合理的な方法手段が見出されて、真に人工魚礁として、その開発に貢献するならば筆者の考えは杞憂である。

これは、人工魚礁の目的理念と、本稿で述べた人工魚礁の特質を十分にわきまえることによって、おのずから理解されることであろう。

この稿に掲載した資料をこころよく提供された京都府水産課 加藤義雄 技師、同水産試験場 小宮山 太一 場長、ならびに千葉県水産試験場 田中夏積 技師、神奈川県水産試験場 増沢寿 技師および金杉佐一 技師に対し、厚くお礼申し上げる。

土木計画学講習会 テキスト 1

B5・122 800 円 会員特価 700 円(〒70)

土木計画学講習会 テキスト 2

B5・152 1200 円 会員特価 1100 円(〒70)

▶新刊発売中◀

土木計画学講習会 テキスト 3

B5・130 1200 円 会員特価 1100 円(〒70)

■土木計画問題のシステム化

一ネットワークシステムを例にとって一

吉川和広

■調査方法および資料整理

高橋 裕

■道路計画の基礎資料

山根 孟

■将来予測の一般論

加藤 晃

■港湾の整備計画

高田陸朗

■都市用水需要の将来予測

首藤和正

■調査計画法一特に標本調査方法について一

河上省吾

■情報の抽出と予測

中村慶一

■土木計画のための線形計画法

吉川和広

■バイパス計画の実施例

一国道3号線福岡バイパスの場合一

稲見俊明

■水資源計画の手法

佐々木才朗

■都市計画の数学的手法

一将来道路交通量推定理論一

五十嵐日出夫

■観光計画の手法

鈴木忠義

■建設工事のための割当て問題

吉川和広

■待ち行列の理論とシミュレーション

越正毅

■工程管理のためのネットワーク手法

一PERTの実施例を中心として一

河原畑良弘

■PPBSと公共施設計画

倉島収