

沿岸及栽培漁業

蘇茂森·廖一久

一、前言

在本(79)年2月間召開之全國第三次科技會議上，於農業生產結構之調整與有關科技之改進項下，行政院農業委員會已訂定發展台灣之栽培漁業之目標與策略。因此，今後最重要的課題是把握重點，落實各項有關工作，以期台灣之栽培漁業早日展現輝煌的成果。

何謂栽培漁業？如何發展栽培漁業？栽培漁業之效果如何？本文擬從理論上加以闡述並舉實例加以說明，希望有助於台灣之栽培漁業發展。

二、栽培漁業之理論

1. 資源論

漁業之生產構造由自然的要素（資源、漁場），人的要素（勞動力、漁撈技術），物的要素〔生產設備（漁船、漁具）、銷售設備（魚市場、加工廠、冷凍廠）〕構成⁽¹⁾。在漁業發達的國家，人與物的要素雖不成問題，但自然的要素，尤其是資源，往往造成漁業發展的瓶頸，因此必須設法擺脫自然條件的束縛，始能突破目前的生產限界。

在水產資源學上，大家很熟悉有名的羅素公式⁽²⁾， $S_2 = S_1 + R + G - M - C$ ，式中 S_1 ， S_2 為前後兩個時點之資源量， R 為加入量， G 為成長量， M 為自然死亡量， C 為漁獲量。由此式可看出，資源量之增加（ $S_2 > S_1$ ）或減少（ $S_2 < S_1$ ），視 $R + G - M$ 大於或小於 C 而定。如果將漁獲量維持在 $C = R + G - M$ 之水準，則資源保持平衡。 $R + G - M$ 稱為自然增加量，又稱為可持續捕撈之漁獲量。漁業管理追求的目標，即在經由漁獲之控制，使 $R + G - M$ 維持在最大水準，亦即使資源維持在最大持續生產量（Maximum Sustainable Yield，MSY）狀態。

但一般而言，水產種族為求繁衍，必須確保再生產能夠順利，加入群得以成長增大，並儘量減少死亡。為求再生產能夠順利進行，則必須有足夠的產卵群，

適當的產卵場，成功的幼生輸送過程以及適當的哺育場。加入群的成長增大有賴充分的餌料，為減少死亡則必須回避天敵。但在自然界之中，由於種種的阻礙，例如海流、水溫之異常，餌料之不足，天敵之為害，再加上人為造成的環境污染，使得幼生無法順利地到達哺育場，無法充分獲得食物，或遭遇大量被捕食，因而造成加入群大量死亡，即所謂之「初期減耗」，大大影響資源之再生產。因此，除了漁業管理之外，必須進一步以人為掌握資源之再生產，如此始能擺脫自然要素的限制，使漁業的生產邁向新的境地。此即為栽培漁業之構想。從事種苗放流，以增加加入量，改善哺育場或漁場，以促進成長並減少死亡，換言之，將原本託付於自然的加入量、成長量與自然死亡量，加以某種程度的人為控制，以期增大資源。故實施栽培漁業之結果，由於加入量經由人為的補充而增加，故在較小的產卵水準下，仍可獲得較大的加入量，而MSY水準亦可以獲得提高（圖一）。

2. 生態論

在自然界中，由同一種類之個體組成之群體謂之族群，各族群之集合，謂之群聚。群聚內，種與種之關係，頗為複雜。就食性關係而言，由捕食者與被捕食者交織成錯綜複雜的食物網（圖二）⁽³⁾。因此，在複雜的群聚中，欲針對某特定種，從事種苗放流，以增大其族群，首先必須考慮到環境收容力（Carrying capacity）問題。

有關生物群聚之構造，德田⁽⁴⁾指出：「同種之個體間的互相牽制，近緣種族間的互相拮抗，捕食者與被捕食者的關係，宛如拉緊的弓弦，在繃緊的緊張狀態下保持平衡，各種族無時不競相繁衍子孫，因此沒有多餘的環境收容力」。但另一方面，畔田⁽⁵⁾綜合一系列有關加臘魚栽培漁業之基礎研究指出：「隨著生物群聚內各種族群的變動，例如生息場所的擴大、縮小、攝食、被捕食的變化，加臘魚的生活內容亦發生變化。因此，對加臘魚而言，其周圍之生物群聚構造，並非在停滯、固定的狀態。再者，加臘魚之幼苗加入哺育場時，依數量之多寡（以日本志志伎灣為例，年變動達十倍左右），由一等向二等、三等棲息場所擴散，此現象表示生物群聚保有相當的融通性，因此，一般而言，在複雜的群聚中仍留有相當的環境收容力」。其次，在從事某一族群之年級群變動調查時，往往可發現卓越的年級群，此亦即表示有多餘的環境收容力存在。故從事種苗放流，以期增大某特定群，理應可行。

3. 經濟論

種苗生產、種苗輸送、中間育成為栽培漁業的首要工作。經此一系列過程所育成可供放流的尾數，可以下式表示：

$$n = N_0 \cdot e \cdot f \cdot h \cdot m_1 \cdot m_2 \cdot m_3 \dots \dots \dots (1)$$

式中，n：放流尾數

N_0 ：成熟母魚尾數

e：一尾母魚之平均產卵數

f：受精率

h：孵化率

m_1 ：仔稚魚培育活存率

m_2 ：種苗輸送活存率

m_3 ：中間育成率

由(1)式可知，要獲得充分的放流尾數，首先必須確保種魚來源，亦即 N_0 需達一定數量以上。接著必須確立種苗大量生產技術，亦即 e、f、h、 m_1 需達一定值以上。

放流之種苗，經資源培育、管理一段時期後，育成之尾數以 N 表示，漁獲率以 Q 表示，則漁獲尾數為 QN 尾，因此放流種苗之回收率 (B) 可以下式表示：

$$B = QN / n \dots \dots \dots (2)$$

回收率之高低表示放流效果之好壞，由(2)式可看出，回收率等於放流種苗之活存率乘育成魚之漁獲率。活存率之高低與種苗之品質、放流技術以及放流後的資源管理有關，漁獲率則與放流種苗之分佈及漁撈技術有關。

長谷川⁽⁶⁾以下式檢討栽培漁業在經濟上成立的條件：

$$R = (N_1 WP - C_1) - (nwr + C_2) > 0 \dots \dots \dots (3)$$

式中，R：經濟利潤

n：放流種苗尾數

w：放流種苗平均體重

r：放流種苗單位重量生產費

C_2 ：放流、育成管理、漁場改善費

N_1 ：回收魚尾數

W：回收魚平均體重

P：回收魚之價格

C_1 ：魚撈費用

(3)式之兩邊分別除以QNW，由於 $N_1 = NQ$ （ N ， Q 如(2)式所示，則：

$$\frac{P}{QNW} = \left(P - \frac{C_1}{QNW} \right) - \left(\frac{n}{QN} \cdot \frac{w}{W} r + \frac{C_2}{QNW} \right) \dots \dots \dots (4)$$

(4)式表示，栽培漁業在經濟上成立時，首先必須：

$$P > \frac{C_1}{QNW}$$

亦即回收魚之單位重量之漁撈費用必須小於魚價。因此，選擇高經濟價值種類放流較為有利。由於在資源稀少的情況下，單位重量之漁撈費用勢將增多，故放流之尾數必須達一定數量以上，以期回收魚可達到一定水準以上，如此始能將漁撈成本壓低。其次，(4)式右邊之第二項愈小愈有利，至少必須：

$$\left(P - \frac{C_1}{QNW} \right) > \left(\frac{n}{QN} \cdot \frac{w}{W} r + \frac{C_2}{QNW} \right)$$

因此，種苗生產費愈低愈有利，回收率與增肉係數 $\left(\frac{W}{w}\right)$ 則愈高愈有利。故選擇高經濟價值的種類放流，確立最有效的種苗大量生產技術以及中間育成技術以降低放流種苗成本，確立最有效的種苗放流技術以及建立有效的漁業管理制度以提高回收率與增肉係數以及降低資源培育費用，改進漁撈技術以降低漁撈成本，為提高栽培漁業經濟效果之必要條件。

三、如何發展栽培漁業

圖三所示為綜合以上之理論分析所建立之發展栽培漁業之流程圖。基礎調查研究為開始種苗放流之前必須展開的工作。依據調查結果始能獲知應在何處海域應以那些種類為對象，應於何時以何種方式放流多大體型多少數量的種苗。其次，經過調查也才能獲知如何設置資源保育區、改善棲息場以及進行資源管理，以期達到最大的放流效果。再者，種苗大量生產技術之開發，亦為發展栽培漁業不可或缺的一環，對於有希望放流的種類，必須事先確立其大量生產技術，如此方能有計畫地生產種苗以供人工放流。至於設置資源保育區以及改善棲息環境則包括哺育場之造成與改善、漁場之造成以及環境的保護與改善等方面之工作（表一）(7)。

實際進行種苗放流後，必須追蹤放流種苗之成長、活存率、移動範圍、回收率，並進行經濟效果分析，檢討各個環節之得失，以作為爾後放流之改進的依據。如能一次一次的檢討改進，則必能一次又一次的提昇放流效果，終能達到成功

的境地。

四、日本發展栽培漁業之實例

鑑於沿岸漁業之重要，日本早於 1962 年即以「瀨戶內海」作為模式海域，積極展開種苗人工放流，以期大幅提高沿岸漁業之生產。當時隨即成立了「瀨戶內海栽培漁業中心」，該中心之名稱意謂漁業栽培化實踐活動中心，所謂「栽培漁業」即於此時被提出來⁽⁸⁾。以該中心作為起點，於 1963 年進一步成立了「瀨戶內海栽培漁業協會」，又自 1978 年起，該協會更擴大為全國性的組織，改組為「日本栽培漁業協會」。目前在該協會之下，計有國營栽培漁業中心 13 所，縣營栽培漁業中心 37 所，遍佈於全國各地（圖四）。結合有關的大學、國立水產研究所、縣立水產試驗所、地方政府以及民間團體，在政府之經費大力支援下，積極推動全國沿岸海域之栽培漁業。

1. 組織體系

圖五所示為日本之各有關機構及民間團體組成之推動栽培之組織體系⁽⁹⁾。由大學、水產研究所及水產試驗場負責基礎與應用技術之開發研究。栽培漁業協會、栽培漁業中心則承擔種苗大量生產、中間育成、種苗放流之技術開發以及受委託實際從事種苗放流。開發成功的技術則互相交流並轉移給漁民，以利各項工作之推展。在研究機構與栽培漁業中心的指導下，由地方政府與漁民組織負責漁場保護、整頓、資源管理以及生產管理經營。如此一脈相承，彼此密切分工合作，充分發揮團隊的精神。

2. 經費

日本每年約投入四百億日元（約 80 億台幣）從事發展栽培漁業。

3. 種苗生產與放流實績

在 1983 年，日本之有關機關放流之種苗達 78 種（66 種為人工生產之種苗，12 種使用天然種苗）⁽¹⁰⁾。其中，較具規模者有 9 種類（不包括鮭鱒類），依放流尾數之多少，依次為帆立貝、斑節蝦、砂蝦、蠟仔、鮑魚、嘉臘魚、海胆類、比目魚與血蛤，1979—1983 年，各種類之種苗生產與放流尾數，如表二所示。

4. 放流效果之實例

圖六所示為帆立貝之放流效果之實例⁽¹¹⁾。在北海道猿払海域，在 1942 年之漁獲量約為一萬四千公噸，但往後則逐年衰減，至 1965 年，資源幾已崩潰。

從 1971 年起開始實施種苗放流，漁獲量隨即迅速上升，於 1979 年起達到每年生產二萬七千公噸左右之輝煌成果。此例子說明了栽培漁業確有實際效果。又經種苗放流後，最大漁獲量超過未放流之前之最高記錄，亦證實有多餘的環境收容力可資利用。在斑節蝦方面如圖七所示⁽¹²⁾，在有些地區種苗放流尾數與漁獲尾數有很高的相關，但在有些地區，則關係不明顯。此結果說明如果能選取適當的地點、時期並以適當的方式從事種苗放流，則可獲得很好的效果，如果盲目地進行放流，則有可能是白費功夫。

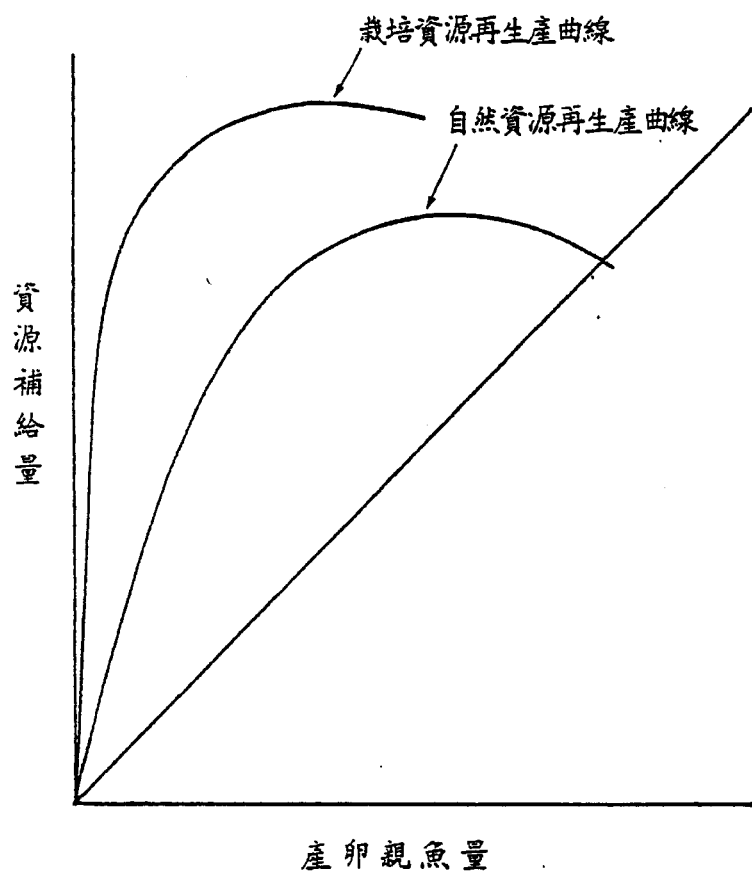
五、台灣發展栽培漁業之實例

如何發展台灣之栽培漁業，行政院農業委員會在全國第三次科技會議中，已針對技術開發、建立組織系統、制定法制等方面，提出具體的目標與策略。在技術開發方面，茲舉台灣省水產試驗所東港分所進行之蝦類栽培技術開發研究為例，進一步說明基礎調查研究在發展栽培漁業上之重要。東港分所目前在行政院國家科學委員會專題研究計畫補助下，以台灣西南沿岸海域為模式海域，從事蝦類栽培漁業之基礎研究，從重要經濟蝦類之初期生活史、資源生態、資源動態以及群聚生態等方面著手，建立種苗放流與資源管理所需之基礎資料庫。例如，有關草蝦的生活史，如圖八所示⁽¹³⁾，種蝦於 6—12 月出現於林邊溪口至南勢湖間 10—30 m 深以及汕尾外 25—30 m 深之水域。孵出之仔稚蝦隨著海流進入近岸、河口與內灣等哺育場棲息。在哺育場數個月後成長為次成蝦，於 7—10 月向外移動加入沿岸漁場。7—10 月為盛漁期。6—8 月之漁場位於大鵬灣至率芒溪口間 10—30 m 深之海域。9—1 月之漁場略向南及外海移動，位於林邊溪口至南勢間 10—40 m 深之海域。以上之結果顯示：(1)草蝦在外海產卵(2)近岸、河口與內灣為其不可或缺的哺育場(3)資源加入期為 7—10 月(4)分佈範圍明確。因此，草蝦種苗放流應選在近岸、河口或內灣水域進行，放流時期宜選於 4—8 月。而由分佈情形，可掌握放流蝦之移動範圍。河口與內灣應規劃為資源保育區，以確保放流種苗得以順利定著、棲息。故依據基礎調查之結果，始能有系統推動種苗放流工作。如果無任何基礎資料作依據而從事放流，則無異是盲目的放流，往往是徒勞無功。因此，落著基礎調查研究為發展栽培漁業不容忽視的一環。

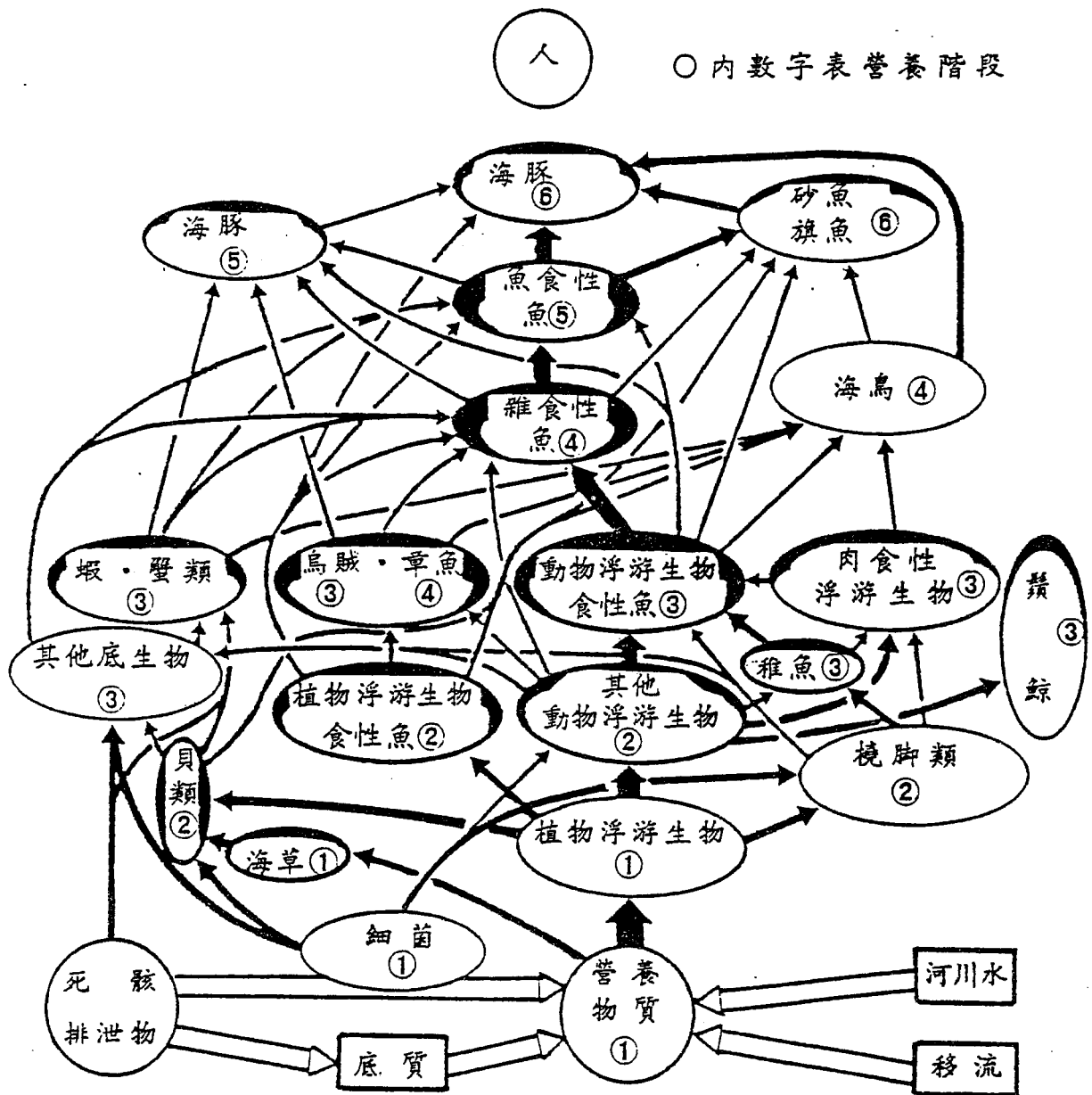
六、參考文獻

1. 大島泰雄 (1976) 沿岸漁業の増産と資源培養。化學と生物，14(5)：298

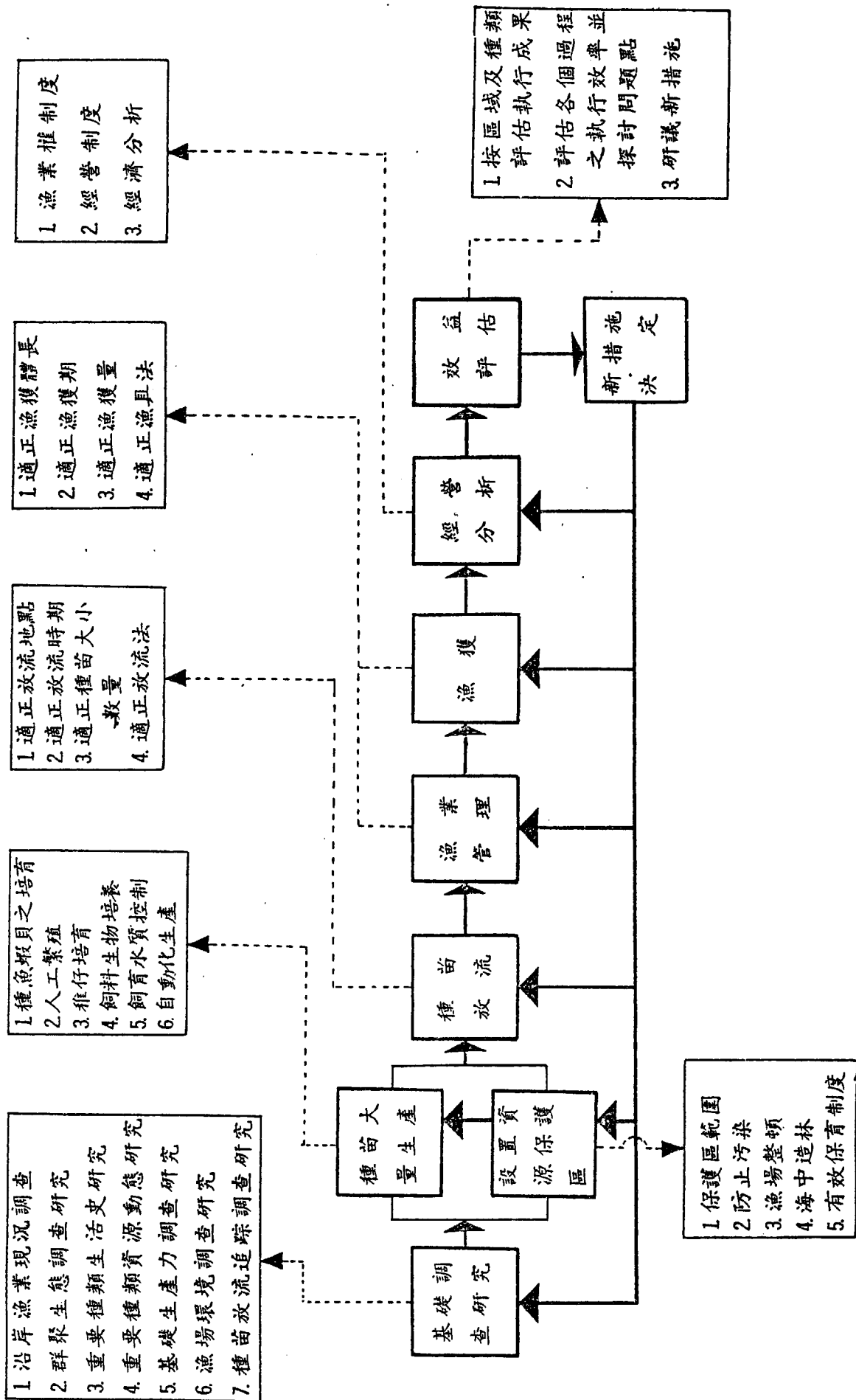
2. Russell, E.S. (1931): Some theoretical considerations on the "overfishing problem" J. Cons. Int. Explor. Mer., 6(1), 3-20.
3. 青山恒雄 (1980) 漁業資源とその利用。海洋の科学, 奈須紀幸編, 107-116。旺文社, 東京, 日本。
4. 徳田御稔 (1947) 生物進化論, 218 pp.。講談社, 東京, 日本。
5. 畔田正格 (1981) 全生活史を通してみた資源培養に関する諸問題 (マガイの資源培養に関する検討報告書)。九州水産振興開発協議会, 25-35。
6. 長谷川彰 (1970) 瀬戸内海における漁業資源—いわゆる栽培漁業の問題点。漁業資源研究会議報, 10。
7. 大島泰雄 (1983) つくる漁業の技術論。最新版つくる漁業, 135-147。資源協会, 東京。日本。
8. 大島泰雄 (1981) 日本の所謂「栽培漁業」とその基礎となる水産資源培養技術開発の現状。Conference Proceedings, No. 1, 1-11。
9. 北田修一 (1983) つくる漁業推進の仕組み。最新版つくる漁業, 22-31。資源協会, 東京, 日本。
10. 日本栽培漁業協会 (1985) 種苗生産・入手・放流実績の電算化。さいばい, No.35, 16-19。
11. 和久井卓哉 (1983) 北海道猿嶺地域における資源培養。最新版つくる漁業, 312-326。資源協会, 東京、日本。
12. 八柳健郎 (1982) 出口縣および周防灘隣接海域におけるクルマエビ種苗放流の生産効果について。山口縣内海水産試験場報告, No.10, 1-52。
13. Mao-Sen Su and I-Chiu Liao (1986): Distribution and feeding ecology of *Penaeus monodon* along the Coast of Tundang, Taiwan. Presented at the First Asian Fisheries Forum, Manila, Philippines, May 26-31, 1968.



圖一 資源再生產曲線



圖二 海洋中之食物網 (陰影部份表目前被利用部份)
(青山, 1980)

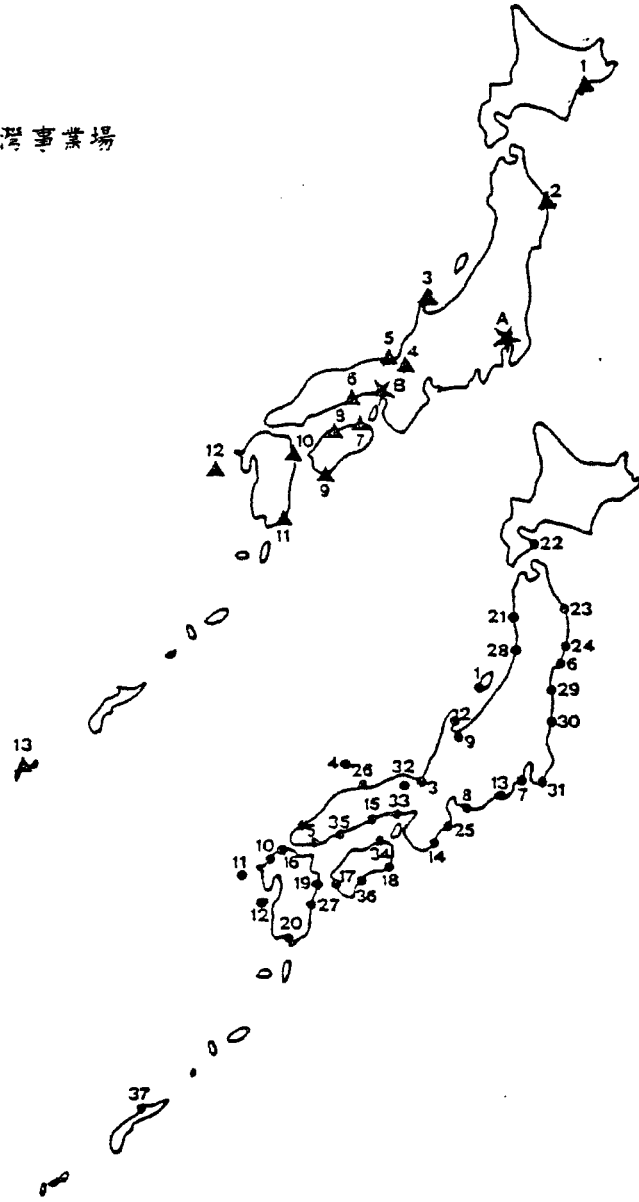


圖三 栽培漁業技術發展之流程圖

- ★A 日本栽培漁業協會本部（東京都）
- B 日本栽培漁業協會西日本支部（神戸市）

▲ 國營

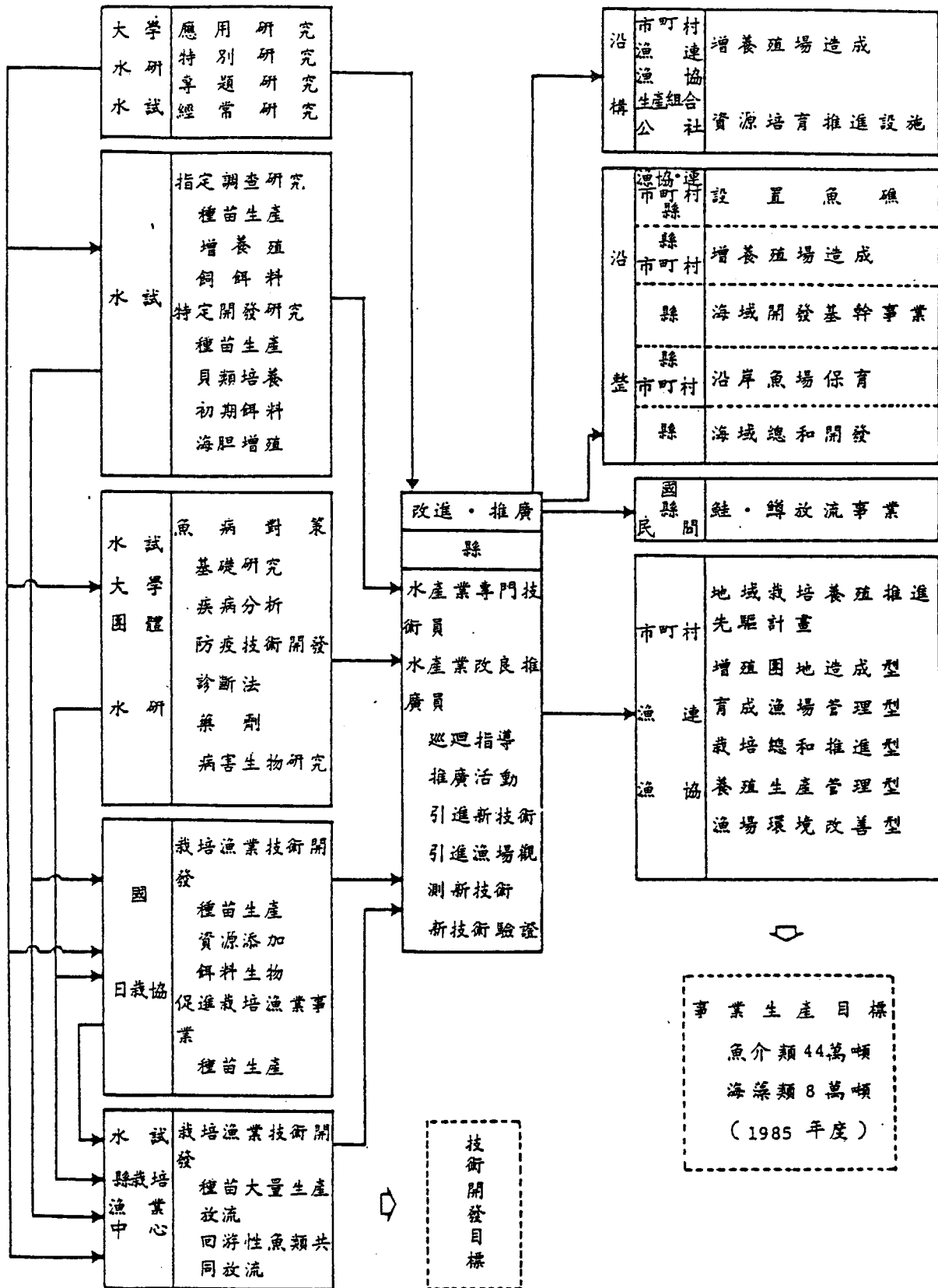
- 1 厚岸事業場
- 2 宮古事業場
- 3 能登島事業場
- 4 小浜施設 若狹灣事業場
- 5 宮津施設
- 6 玉野事業場
- 7 屋島事業場
- 8 伯方島事業場
- 9 古満目事業場
- 10 上浦事業場
- 11 志布志事業場
- 12 五島事業場
- 13 八重山事業場



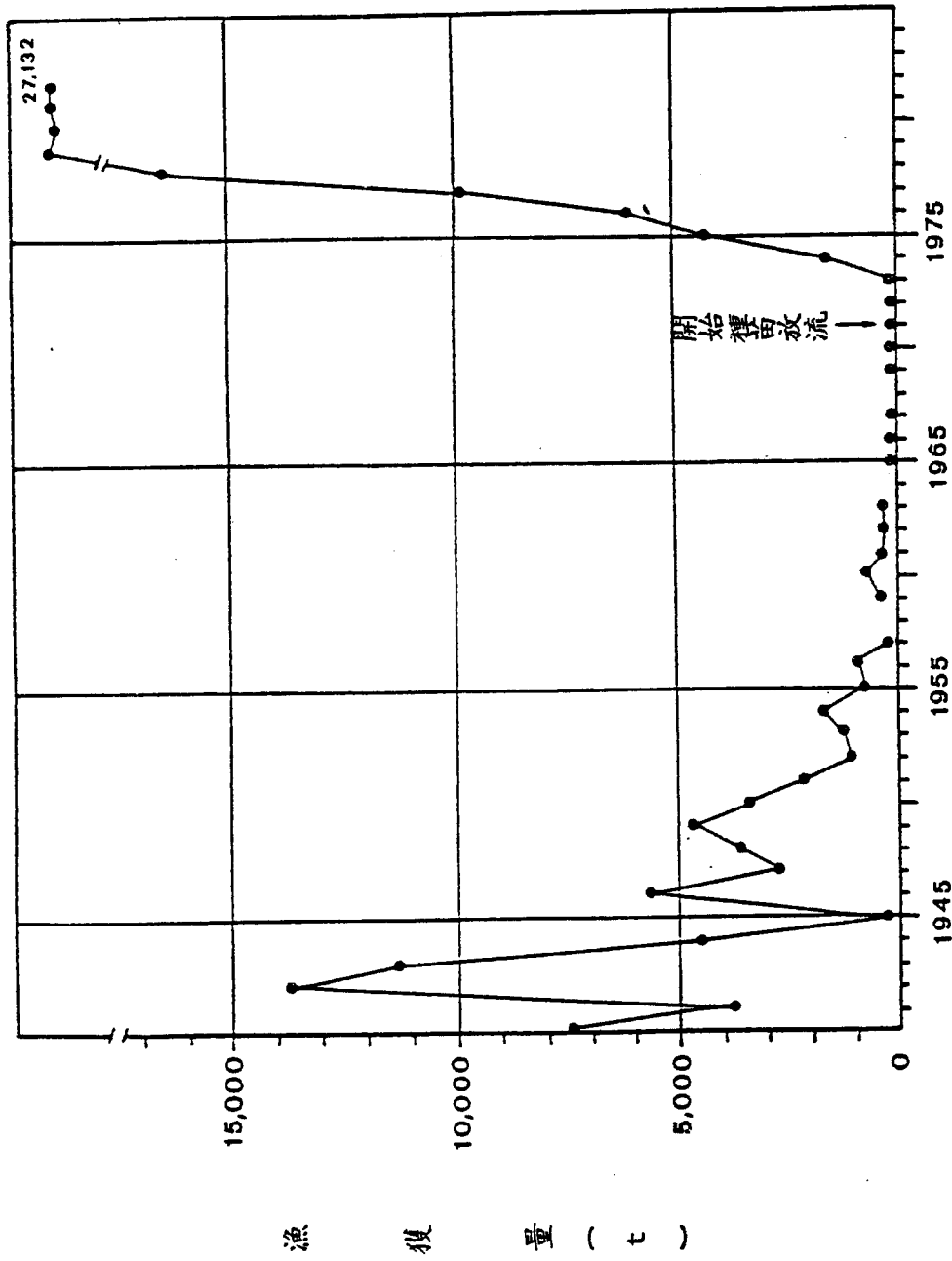
● 縣營

- 1 新潟 20 鹿兒島
- 2 石川 21 秋田
- 3 福井 22 北海道
- 4 島根 23 青森
- 5 山口 24 岩手
- 6 宮城 25 三重
- 7 神奈川 26 鳥取
- 8 愛知 27 崎
- 9 富山 28 山形
- 10 佐賀 29 福島
- 11 長崎 30 茨城
- 12 熊本 31 千葉
- 13 静岡 32 京都
- 14 和歌山 33 兵庫
- 15 岡山 34 香川
- 16 福岡 35 廣島
- 17 愛媛 36 高知
- 18 徳島 37 沖繩
- 19 大分

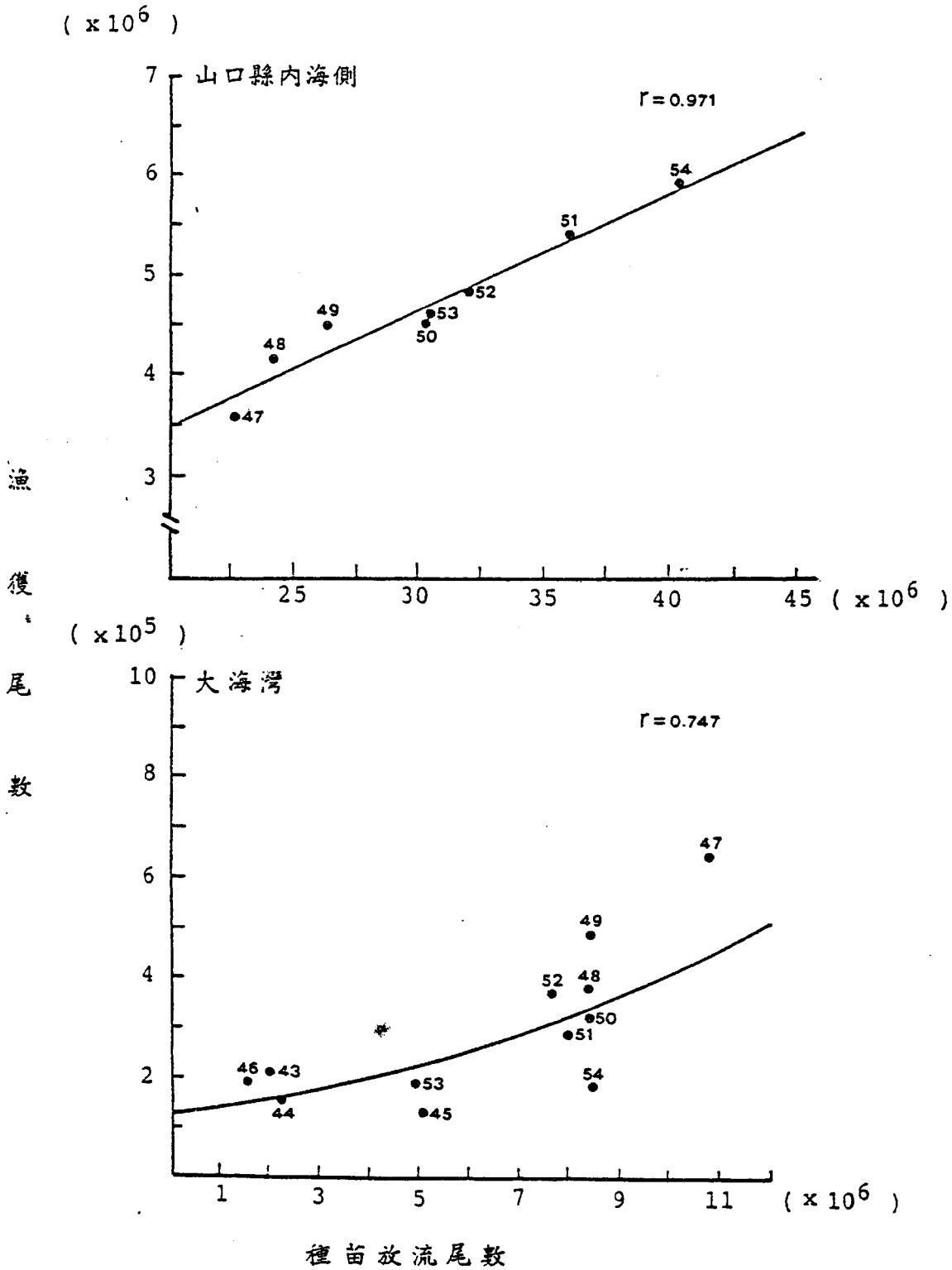
圖四 日本栽培漁業中心分佈圖



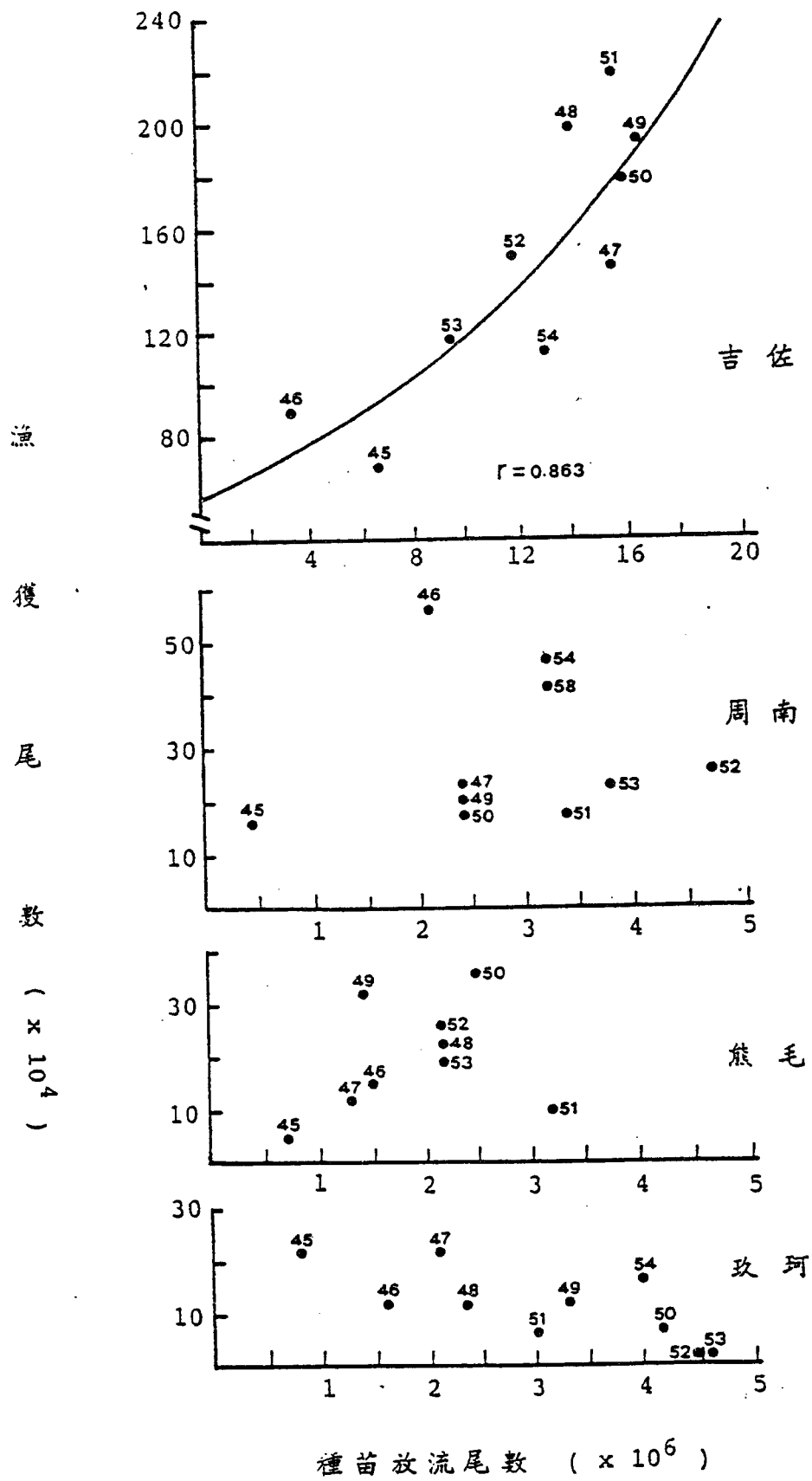
圖五 日本推動栽培漁業之組織體系



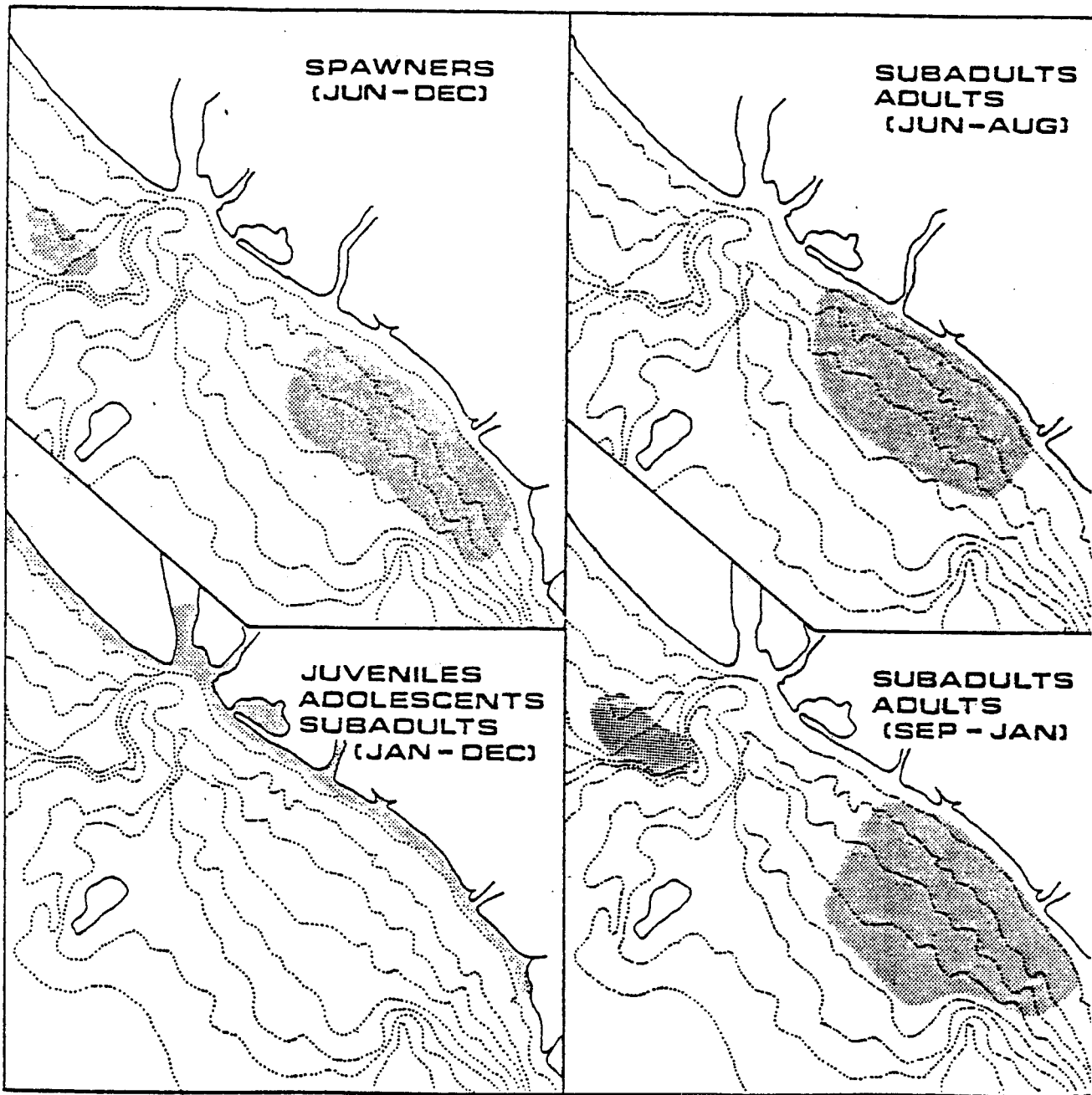
圖六 日本猿松海域之帆立貝漁獲量變化 (和久井, 1983)



圖七 日本不同海域斑節蝦種苗放流尾數與翌年魚獲尾數之關係，圖中數字為放流年度（昭和）（八柳，1982）。



圖七 續



圖八 台灣西南沿岸海域產草蝦生活史模式圖
圖中陰影部份為分佈範圍

表一 資源培育之技法

| | |
|--|--|
| <p>I 資源補給 (再生產) 量的增加</p> <p>A 直接法</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 種苗放流・移植 2 播種 <p>B 間接法 (減低再生產過程中之自然減耗)</p> <ol style="list-style-type: none"> 3 產卵場之擴充與確保 (卵・孢子付着設備) 4 緩流・岸邊工事 (確保稚仔定着) <p>II 幼期 (稚仔・芽胞) 之保育</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 稚行之保育 (哺育場之造成) 2 藻場・海中林之造成 3 潮間帶之造成 <p>III 棲息場所・付着面之擴充——漁場造成</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 人工魚礁 2 投石 3 岩礁混凝土面造成 4 岩礁爆破 5 整地・挖岩盤 | <p>VI 環境保護・改善</p> <p>A 海水交流</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 開水路工 2 導流工 3 波浪利用導水工 4 成層破壞工・曝氣 <p>B 底質</p> <ol style="list-style-type: none"> 5 添土 6 翻耕 7 整地 8 除去黑泥 <p>C 消波</p> <ol style="list-style-type: none"> 9 潛堤 10 浮消波設施 <p>D 營養補給</p> <ol style="list-style-type: none"> 11 施肥 12 以燈火誘引餌料生物 13 培養餌料藻類 14 投餌誘集——防止捕食 <p>E 控制生物相</p> <ol style="list-style-type: none"> 15 驅除雜藻 16 驅除害敵 <p>F 建魚道・</p> |
|--|--|

大島 (1983)

表二 日本主要魚介類種苗生產與放流實績

單位：萬尾（個）

| 種名 | 1979 | | 1980 | | 1981 | | 1982 | | 1983 | |
|-------|------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 生產 ¹⁾ | 放流 ²⁾ | 生產 | 放流 | 生產 | 放流 | 生產 | 放流 | 生產 | 放流 |
| マダイ | 1,159.2 | 860.0 | 1,345.7 | 1,035.8 | 1,612.0 | 1,204.4 | 2,004.3 | 1,286.6 | 2,294.8 | 1,561.9 |
| ヒラメ | 105.1 | 89.8 | 320.3 | 237.0 | 368.8 | 115.6 | 593.2 | 292.3 | 774.3 | 327.8 |
| クルマエビ | 53,463.4 | 33,722.9 | 59,985.3 | 29,784.2 | 51,311.1 | 30,213.8 | 52,410.9 | 27,540.2 | 52,635.1 | 30,058.4 |
| ヨシエビ | 3,251.6 | 2,514.1 | 2,930.1 | 1,248.3 | 3,914.4 | 1,919.3 | 3,840.8 | 2,070.5 | 3,913.6 | 2,448.5 |
| ガザミ | 1,867.0 | 1,217.1 | 1,604.1 | 1,151.9 | 1,835.2 | 1,121.2 | 2,083.1 | 1,499.7 | 2,786.2 | 1,952.3 |
| アワビ類 | 1,159.8 | 846.2 | 1,642.2 | 1,056.0 | 1,841.6 | 1,207.4 | 1,926.8 | 1,227.9 | 2,482.3 | 1,833.4 |
| アカガイ | 1,193.2 | 276.4 | 1,185.4 | 518.7 | 676.6 | 313.7 | 500.0 | 153.3 | 192.3 | 276.5 |
| ホタテガイ | 182,214.3 | 169,912.7 | 213,171.3 | 152,533.3 | 205,543.9 | 212,744.7 | 202,789.6 | 164,732.7 | 154,325.8 | 160,721.3 |
| ウニ類 | 202.3 | 691.9 | 242.1 | 1,087.0 | 476.3 | 1,671.7 | 866.0 | 1,703.3 | 598.4 | 1,488.6 |

註：1) 不包括養殖用。 2) 包括天然採捕種苗。