

## 富山湾におけるマダイの年齢と成長

武野 泰之

(富山県水産試験場)

富山県は、マダイ *Pagrus major* を対象種として、水産庁の補助事業である回遊性魚類共同放流実験調査を1977～1980年まで実施した。この調査ではマダイ人工種苗の追跡調査に力点がおかれ、マダイ天然資源の生態調査はほとんど行われなかったため、富山湾のマダイの資源特性値を推定するまでに至らなかった。

資源管理型漁業を推進するためにも資源特性値や資源量等を解明することは基本的に重要である。富山県の資源管理型漁業推進事業は、マダイを対象種として1989年から開始され(富山県 1990, 1991, 1992), 人工種苗の資源添加に関する調査とともにマダイ天然資源調査を実施している。そこで得られた富山湾におけるマダイ天然資源の年齢と成長について報告する。

## 材料と方法

図1に示した富山湾東部海域において、沿岸の定置網、刺網、小型底びき網、地びき網等で漁獲され、富山県内4市場(生地, 黒部, 経田および魚津)に水揚げされたマダイを、水産試験場職員が10日

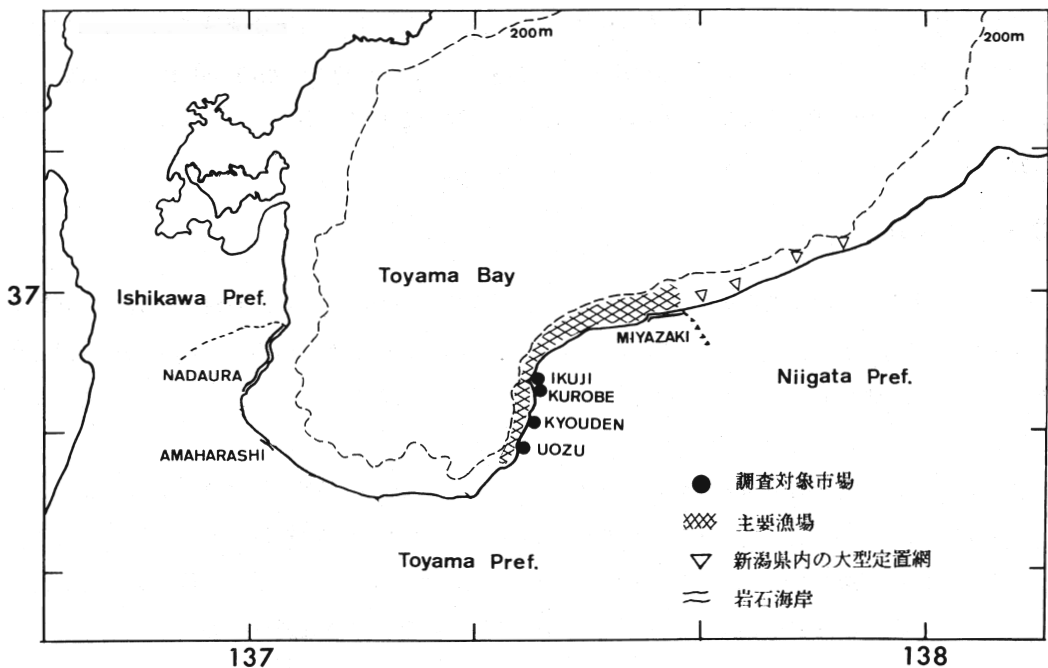


図1 富山湾東部海域におけるマダイの漁場と水揚市場

に1度の頻度で、全数の尾叉長を測定するように努めた。水揚量が多くて全数を測定できない場合は、水揚物の一部を無作為に抽出して測定し、水揚尾数または水揚重量で引き延ばした。尾叉長の測定はコンベックメジャーを用い、小数点以下は切捨て、cm単位で行った。なお、雌雄の判別は行えなかった。上述の市場調査は1989年8月から1992年3月までに延388回行った。各月で測定された尾叉長頻度組成は、各月の15日に測定したものとして月齢を計算した。なお、富山県の産地市場では、全長8cm以下のマダイを取り扱わないように自主規制を取り決めている。

生地と黒部の両市場においては、富山県東部海域で漁獲されたマダイのほかに、富山県に隣接する新潟県南西部海域で操業している4統の定置網に入網したマダイも水揚されており、それらを県外分として別途に集計した。

黒部と魚津の両市場に水揚されたマダイの一部を購入し、生鮮な状態で尾叉長、体重、生殖腺重量を測定し、右側胸鰭付近の体側から鱗を数枚採取した。万能投影機で、これらの鱗の輪紋数を読み取り年齢を決定した。ただし当歳魚では、輪紋が形成されていないことを確認した。

漁獲されたマダイの各年齢群の尾叉長組成は正規分布しているという仮定のもとに、40cm未満の尾叉長組成（測定尾数の99.3%にあたる）を複合正規分布のモデルを用いた田中（1990）のプログラムを用いて、年齢組成に変換した。ひとつの尾叉長組成に対し、初期値（特に、正規分布の数）を数回変えて変換し、尤度の最も小さい変換結果を最終の解析結果とした。この解析結果のうち、個体数が10以上ある各年齢群のそれぞれの平均尾叉長を用いて、各年齢群を込みにした年齢と尾叉長とのペアデータを求めた。

富山湾におけるマダイの産卵時期は明らかにされていない。林（1990）は、富山湾ではマダイの浮遊仔魚が6月のみにMTDネットでは採集されると報告している。石川県能登海域では5月上旬から6月上旬が産卵期であり（伊藤・沖山 1980）、新潟県名立では6月が産卵盛期（新潟県 1990）、山形県沖では6月上旬が産卵盛期である（山洞ら 1973）と報告されている。これらのことから、本報告では富山湾における計算上の産卵日を6月1日とした。

## 結果および考察

**漁獲実態** 各市場における階級別尾叉長測定尾数の結果を表1に示した。1989年8月から1992年3月までの4市場における尾叉長測定尾数は59,651尾であった。これらのうち、尾叉長31cm以上のマダイ（以下、大型マダイとする）の割合は2.5%であり、尾叉長11~30cmのマダイが、全体の95.8%を占めていた。

各市場における漁業種類別尾叉長測定尾数を表2に示した。定置網の漁獲割合が77.4%を占め、ついで底びき網（14.1%）で、刺網（6.3%）であった。調査対象海域には、「ほたるいか定置」を除くと、大型定置網が19統（うち新潟県内で4統）が敷設されている。ここで取り扱っている底びき網は、4t未満の漁船を使用し、共同漁業権内のみで操業している通称「瀬曳き」と呼ばれているものである。刺網は、知事許可の「底刺し網」と共同漁業権行使規則に基づく「刺網」である。これらの操業形態から、富山湾東部海域で漁獲されるマダイの大部分は、ごく沿岸域で漁獲されて

いることがわかった。

他の市場と比較して生地市場では、大型マダイの割合（9.2%）が他の市場よりも高いことと、刺網での漁獲割合が21.9%と高いことが、大きな特徴である。富山県の海岸の大部分は礫海岸と砂浜海岸である。しかし、わずかながらも、富山湾西部海域の雨晴海岸と灘浦海岸は第三系の堆積岩からなる岩石海岸であり、富山湾東部海域の宮崎海岸のみが安山岩の集塊岩を主体としている（藤井1974）。生地市場に水揚する刺網漁業者が操業する宮崎海岸地先はこのような特徴を持っている。この底質の違いが、生息するマダイ（言い換えれば漁獲されるマダイ）に大きく関係していると思われる。

表1 1989年8月から1992年3月までの富山県内4市場におけるマダイの階級別尾叉長測定尾数

( )内は組成比：単位%

階級(cm)	合計	魚津	経田	黒部	生地	県外
～10	1,021 (1.7)	52 (0.4)	185 (2.4)	497 (1.9)	17 (0.3)	270 (3.1)
11～20	39,351 (66.0)	7,371 (62.2)	5,266 (66.9)	18,511 (71.9)	2,965 (54.3)	5,238 (60.1)
21～30	17,768 (29.8)	4,255 (35.9)	2,259 (28.7)	6,335 (24.6)	1,973 (36.1)	2,946 (33.8)
31～40	1,088 (1.8)	153 (1.3)	109 (1.4)	299 (1.2)	352 (6.4)	175 (2.0)
41～50	281 (0.5)	8 (0.1)	36 (0.5)	83 (0.3)	108 (2.0)	46 (0.5)
51～	135 (0.2)	3 (0.0)	15 (0.2)	34 (0.1)	43 (0.8)	40 (0.5)
合計	59,644(100.0)	11,842(100.0)	7,870(100.0)	25,759(100.0)	5,458(100.0)	8,715(100.0)

表2 1989年8月から1992年3月までの富山県内4市場におけるマダイの漁業種類別尾叉長測定尾数

( )内は組成比：単位%

漁業種類	合計	魚津	経田	黒部	生地	県外
定置網	46,188 (77.4)	10,214 (86.3)	5,717 (72.6)	19,989 (77.6)	3,917 (71.8)	6,351 (72.9)
底びき網	8,422 (14.1)	215 (1.8)	1,586 (20.2)	4,299 (16.7)	2 (0.0)	2,320 (26.6)
刺網	3,747 (6.3)	1,408 (11.9)	567 (7.2)	552 (2.1)	1,193 (21.9)	27 (0.3)
地びき網	893 (1.5)	5 (0.0)	0 (0.0)	624 (2.4)	247 (4.5)	17 (0.2)
釣り・延縄	394 (0.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	295 (1.1)	99 (1.8)	0 (0.0)
合計	59,644(100.0)	11,842(100.0)	7,870(100.0)	25,759(100.0)	5,458(100.0)	8,715(100.0)

**尾叉長組成および年齢組成** 富山湾東部海域として集計したすべての漁業種類をこみにした各月ごとの尾叉長頻度組成を図2に示した。大型マダイは主として3～6月に漁獲され、それ以外の月にはほとんど漁獲されなかった。5・6月の大型マダイの大部分が成熟しており、産卵に関係した移動によって大型マダイが漁獲されるものと考えられた。大型マダイが漁獲された月でも、年級群に相当するモードが2ないし3個しか認めることができず、若齢魚の占める割合が非常に高く、高齢魚の占める割合が低かった。しかし、安沢（1992）が報告している新潟県南部の名立漁協でのマダイ尾叉長組成では、年級群に相当すると思われるモードが5～6個認めることができる。このことから、新潟県南部では高齢魚の占める割合が、富山湾東部海域でのそれと比較して高いと考えられる。

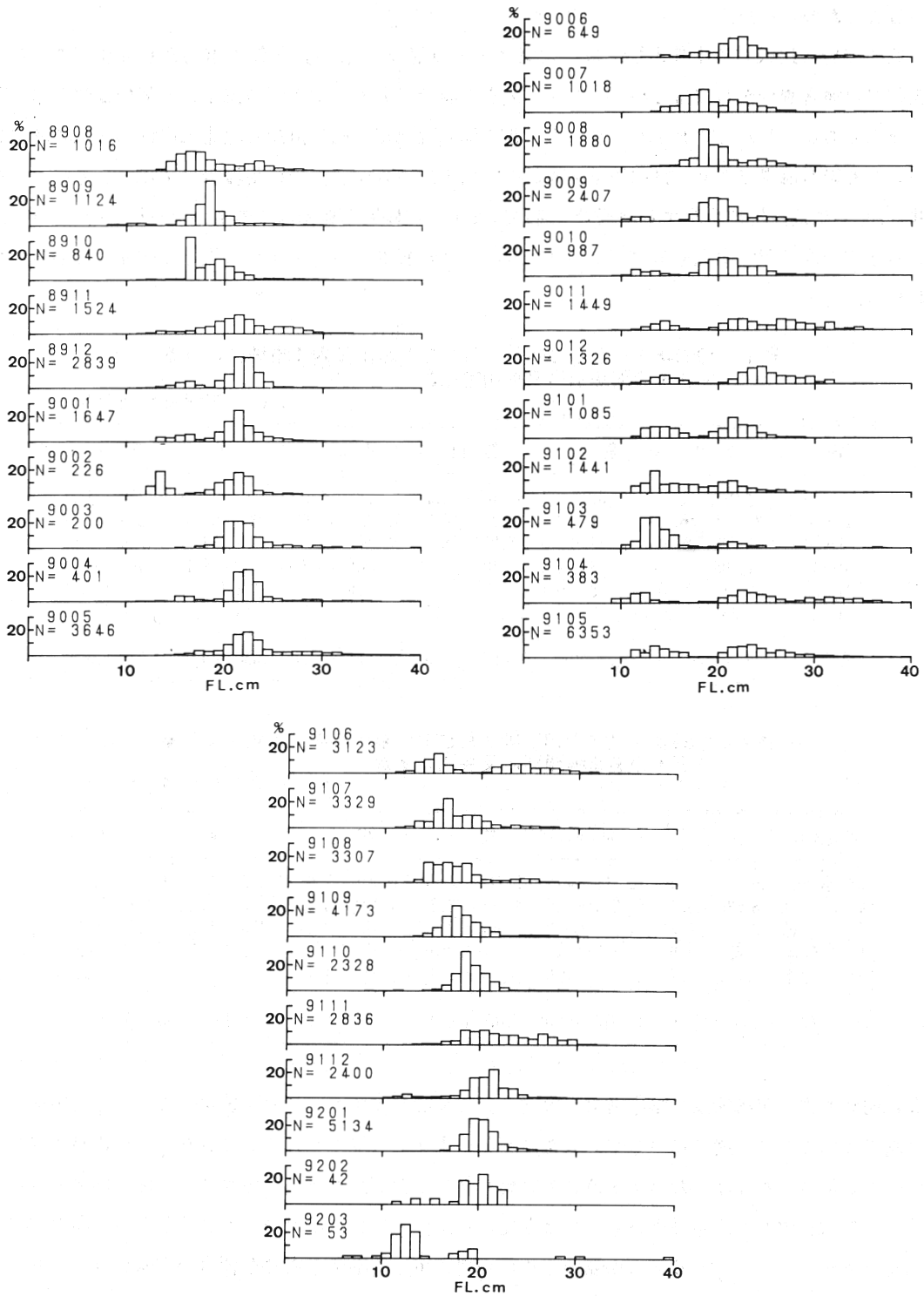


図2 1989年8月から1992年3月までに富山県内4市場で水揚されたマダイの体長組成

尾叉長組成を年齢組成に変換する方法として、CASSIE (1954), 田中 (1956), 赤嶺 (1985), 赤嶺・加藤 (1988) 等があり, それらの方法を用いた報告は多い. 本報告では, 体長と標準偏差の初期値が尾叉長組成のモードに一致するように試行錯誤しながら探索できる田中 (1990) のプログラムを用いて, 各月の尾叉長組成を年齢組成に変換した. しかし, 初期値の設定によっては計算結果が異なるということで, 最終解の判断には注意を要する.

尾叉長組成においては, 当歳魚は9月からモードとして認められ, 当歳魚のそのモードを月ごとに追跡することによって成長の様子がわかる. 翌年の2~4月にかけての当歳魚のモードは, それまでの月の値と比較してほとんど差はなく, 水温の低下に伴う成長の停滞と考えられた.

漁獲された当歳魚の一部は市場へ水揚される前に投棄されることが確認されており, 市場で測定した当歳魚の尾叉長組成は海中資源のそれを正しく反映しているとは考えられない. このため, 1歳以上の年齢と尾叉長のペアデータから, 石塚 (1988) のプログラムを用いて, von Bertalanffy の成長式を求めた (図3).

$$L = 53.2 (1 - e^{-0.1581(t+1.0249)})$$

上式の補正項が-1より大きくなっている. これは本来であれば年齢を1歳読み違えていたということになる. しかし宗清・傍島 (1981) は, 京都府沿岸の定置網で漁獲された満1歳魚の尾叉長は約14cmであるとの報告と, 本報告で示した当歳魚の尾叉長の経月変化から, 年齢の読み違いはないと判断された.

本報告で求めた富山湾東部海域でのマダイの成長式と日本海北部海域の各県ですでに求められている成長式 (石川水試 1973; 樋田・山洞 1976; 秋田裁セ 1982; 新潟県 1990) の比較を表3に示した. これらの成長式を比較すると, 各パラメータ, 特に本報告での極限尾叉長がかなり小さい値となった. これは大型マダイの測定尾数が著しく少なかったためと考える. また, 尾叉長40cmまでの年齢と成長の関係について各県の成長式と比較すると, 本報告で求めた3歳までの尾叉長は他県のそれより大きい. 安沢 (1992) は6月の満3歳魚の尾叉長組成を各年で比較して, 1987年が最も小さく, 1989年, 1992年と次第に大きくなっていることと, 鱗で年齢査定した同一年齢の尾叉長組成においても, 発生年級によっては平均尾叉長が毎年変化していることを報告している. このことから, 若齢期に年級群による成長差の存在が考えられ, 調査年によって成長式も異なる可能性

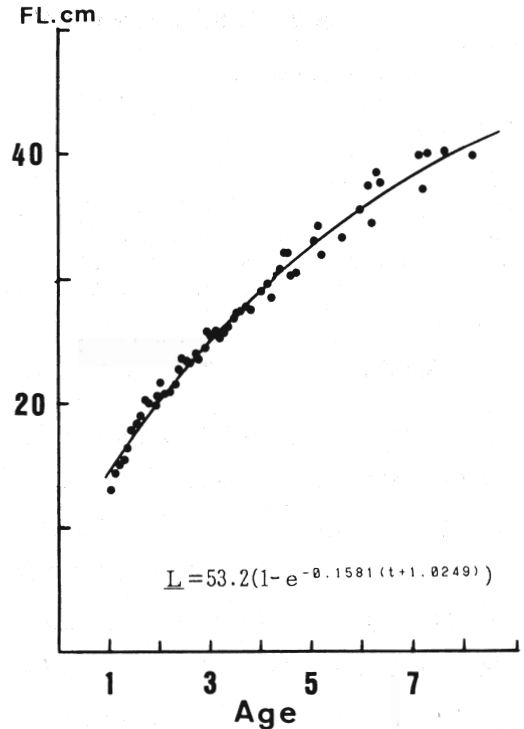


図3 富山湾東部海域におけるマダイの成長曲線

表3 日本海北部海域の各県において推定されたマダイの成長式

県名	von Bertalanffyの成長式の パラメータ			年 齢							調査年	出 典
	$L_{\infty}$	$K$	$t_0$	1	2	3	4	5	6	7		
秋田	86.188	0.09068	-0.4255	10.5	18.1	23.6	28.6	33.2	37.0	41.3	1980-1981	秋田県栽培漁業センター(1982)
山形	73.8	0.105	-0.03	9.3	15.9	21.7	27.4	31.5	35.5	38.9	1975	樋田・山洞(1976)
新潟	94.166	0.0743	-0.878	12.3	18.1	23.6	28.6	33.3	37.7	41.7	1987-1989	新潟県(1990)
石川	54.42	0.183	-0.297	11.5	18.7	24.7	29.6	33.8	37.2	40.1	1972	石川県水産試験場(1973)
富山	53.2	0.1581	-1.0249	14.8	20.2	25.0	29.2	32.7	35.7	38.3	1989-1992	本報告

$L_{\infty}$ : 極限尾又長(cm),  $K$ : 成長係数,  $t_0$ : 補正項; 尾又長0 cmの時の年齢

がある。したがって、年級群の大きさを区別して成長式を求める必要があり、そのためにも今後、継続して調査する必要がある。

本県における天然マダイの正しい年齢組成を求めるためには、漁獲の大部分を占める尾又長30cm以下のマダイについては尾又長組成から年齢組成に変換する方法で十分であると考えられるものの、漁獲尾数の少ない大型マダイについては鱗による年齢査定を併用する必要があると考えられる。本報告の年齢組成を求める基礎となった尾又長組成の中には、新潟県南西部海域で漁獲されたマダイが14.6%含まれている。今後は、富山県海域のみで漁獲されたマダイの年齢組成を再検討する必要がある。

低年齢においては、各年齢と尾又長の関係が、von Bertalanffyの成長式に必ずしも適合しないと考えられる。季節により成長に遅速が認められるので、周期関数を取り入れた von Bertalanffyの成長式を検討することが、今後の課題である。

## 謝 辞

マダイの測定に際して格段の便宜を与えていただいた生地魚商業協同組合、黒部漁業協同組合、経田漁業協同組合、魚津漁業協同組合の関係各位に厚くお礼を申し上げます。マダイの測定に協力していただいた当水産試験場研究員の皆さんならびに測定結果の入力をしていただいた上野明美さんには特にお礼を申し上げます。

なお、本研究は水産庁補助事業、資源管理漁業推進総合対策事業調査費によるものである。記して感謝の意を表す。

## 文 献

赤嶺達郎 (1985) Polymodal な度数分布を正規分布へ分解する BASIC プログラムの検討. 日水研報告 (35), 129-160.

赤嶺達郎・加藤史彦 (1988) 複合正規分布のパラメータ推定. pp177-188, パソコンによる資源解析プログラム集, 東海区水産研究所, 東京.

秋田県栽培漁業センター (1982) 昭和56年度回遊性魚類共同放流実験調査事業報告書 pp. 41-44.

- 安沢 弥 (1992) 新潟県南部海域におけるマダいの年級群と漁獲量について. 日本海ブロック試験研究集録 24, 53-63.
- CASSIE, R. M. (1954) Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, (5), 513-522.
- 藤井昭二 (1974) 富山の海岸 pp. 72-75, 富山湾. 巧玄出版, 富山.
- 林 清志 (1990) 富山湾に出現する魚卵及び仔稚魚の季節変化と鉛直分布. 富山水試研報 (2), 1-17.
- 樋田陽治・山洞 仁 (1976) 昭和50年度浅海漁場重要資源生態調査報告書マダいの年令と成長 (山形水試資料 No.106) pp. 24-31.
- 石川県水産試験場 (1973) 日本海栽培漁業漁場資源生態調査報告書 pp. 60-63.
- 石塚吉生 (1988) 非線形最小二乗法による von Bertalanffy 成長式の当てはめ. pp. 1-15, パソコンによる資源解析プログラム集, 東海区水産研究所, 東京.
- 伊藤勝千代・沖山宗雄 (1980) 能登近海におけるマダイ資源の補給機構一卵・稚仔調査. pp. 21-26, 資源培養方式開発のための沿岸域における若令期タイ類補給機構に関する研究 (特別研究成果シリーズ, 129), 農林水産技術会議事務局.
- 宗清正廣・傍島直樹 (1981) 京都府沿岸海域におけるマダイ群の回遊パターン. 京都海洋センター研報 (5), 1-13.
- 新潟県 (1990) 昭和62年~平成元年度漁業高度管理適正化方式開発調査事業最終報告書 pp. 25-32.
- 山洞仁・林賀信勝・樋田陽治 (1973) 昭和47年度日本海栽培漁業漁場資源生態調査報告書 (マダイ) 産卵親魚の分布と産卵生態 (山形水試資料No97) pp. 8-11.
- 田中栄次 (1990) 体長組成解析 (LEFRAN ver 1.3). pp. 69-82, パソコンによる資源解析プログラム集Ⅱ, 中央水産研究所, 東京.
- 田中昌一 (1956) Polymodal な度数分布の一つの取扱法及びそのキダイ体長組成解析への応用. 東海区水研報 (14), 1-13.
- 富山県 (1990) 平成元年度広域資源培養管理推進事業報告書 pp. 24-29.
- 富山県 (1991) 平成2年度広域資源培養管理推進事業報告書 pp. 50-84.
- 富山県 (1992) 平成3年度広域資源培養管理推進事業報告書 pp. 54-98.