

寄生性橈足類 *Caligus macarovi* 感染西北太平洋
秋刀魚之研究

Parasitic Copepod *Caligus macarovi* Infection on Pacific
Saury in the Northwestern Pacific Ocean

黃文彬* 黃郁淳

Wen-Bin Huang* and Yu-Chun Huang

國立東華大學自然資源與環境學系 花蓮縣壽豐鄉志學村大學路二段 1 號

Department of Natural Resources and Environmental Studies, National Dong Hwa University, Hualien, Taiwan

* 通訊作者：bruce@mail.ndhu.edu.tw

* Corresponding author: bruce@mail.ndhu.edu.tw

摘 要

秋刀魚(*Cololabis saira*)是一種在北太平洋表層洄游之重要經濟性魚類。本研究分析在 2009 年台灣秋刀魚漁業漁季中 5 月(漁季先期)、6-7 月(漁季初期)及 8-11 月(漁季主期)等三時期漁獲物秋刀魚遭寄生性橈足類 *Caligus macarovi* 感染之盛行率、平均感染強度及豐富度，及其與魚體肉體長、體重及肥滿度間關係。研究結果顯示，秋刀魚遭 *C. macarovi* 感染之盛行率，由 5 月開始之 81.6%，至 6-7 月下降為 68.3%，再下降至 8-11 月的 51.1%。平均感染強度及豐富度之變動趨勢與盛行率相同，分別由 5 月開始之 3.38 及 2.76，至 6-7 月下降為 2.66 及 1.81，再下降至 8-11 月的 2.40 及 1.23。在肉體長與體重上，在 8-11 月中遭寄生者顯著小於未遭寄生者，且此時期之寄生蟲數量頻度分布在肉體長與體重上均呈現雙峰分布，其分界處分別約在 29-30 cm 與 130-140g。同時，秋刀魚肉體長與體重僅在 8-11 月時會與 *C. macarovi* 寄生蟲數間呈現顯著負相關性，但在 5 月與 6-7 月時之相關性不顯著。肥滿度對寄生蟲之盛行率、平均感染強度及蟲數間之相關均不顯著。綜言之，在 2009 年漁季主期之 8-11 月中 *C. macarovi* 感染西北太平洋秋刀魚之盛行率可能約在 50% 左右，並且該盛行率會受到秋刀魚季節性洄游之漁獲月份與漁場位置(經緯度)所影響。

Abstract

Pacific saury (*Cololabis saira*) is a migratory pelagic fish, one of the important target species in the North Pacific fisheries. During three saury fishing periods of May (pre-fishing period), June-July (initial fishing period), and August-November (main fishing period), 2009, we investigated prevalence, mean intensity, and abundance of the parasitic copepod *Caligus macarovi* infected on the fish in catches of the Taiwanese saury fishery, and examined their relationships with fish's knob length, body weight, and condition factor. The prevalence was 81.6% in May, decreased to 68.3% in June-July, and decreased further to 51.1% in August-November. The mean intensity and the abundance had the trends similar to that of the prevalence. They were, respectively, 3.38 and 2.76 in May, decreased to 2.66 and 1.81 in June-July, and further decreased to 2.40 and 1.23 in August-November. The knob length and body weight of the infected fish were significantly smaller than those of the un-infected in August-November, expressed by the frequency distribution curves, each with two peaks separated at the boundaries of 29-30 cm and 130-140g, respectively. Also, the numbers of the parasites infected were significantly, negatively correlated with the length and the weight in August-November but not in May and June-July. The condition factor was not significantly correlated with the prevalence and mean intensity of the infection, and the number of the parasites infected. It was concluded that in the 2009 fishing season, the prevalence of the *C. macarovi* infected fish might be around 50% during the main fishing period of August-November. The prevalence changed with month of the fishing and location (latitude-longitude) of the fishing ground due to the fish migration.

關鍵詞：秋刀魚 *Cololabis saira*、寄生性橈足類 *Caligus macarovi*、西北太平洋

Key words: Pacific saury *Cololabis saira*, parasitic copepod *Caligus macarovi*, Northwest Pacific

收件日期：2010年11月9日

接受日期：2011年1月24日

Received: November 9, 2010

Accepted: January 24, 2011

緒 言

秋刀魚(*Cololabis saira*)是一種大洋表層洄游性魚種，分布範圍極廣，常見於北太平洋亞熱帶到亞寒帶間海域，在分類地位上隸屬鶴鱚目(Beloniformes)竹刀魚科(Scomberesocidae)

(Hubbs and Wisner 1980)。秋刀魚之生命期(life span)平均約為2歲(Suyama *et al.* 2006)，最大年齡可達4歲(Hatanaka 1955)，最大體長可達350-400 mm (Collette *et al.* 1984)，體長成長至約270 mm左右即為成熟個體(Suyama *et al.* 1996)，此時之年齡約11個月(Nakaya *et al.*

2010)。仔稚魚階段以橈足類之無節幼蟲(nauplius)等小型浮游生物為主食，而成魚階段以哲水蚤 *Calanus plumchrus* 等大型橈足類和太平洋磷蝦為主食(Odate 1977; Taka *et al.* 1980; Taka *et al.* 1982)。除了身居掠食者角色之外，秋刀魚也是海鳥、海洋哺乳動物及食魚性魚類等動物之獵物，因此族群量極為豐富的秋刀魚在西北太平洋生態食物網中，占有非常重要的影響地位(Tamura *et al.* 1998; Springer *et al.* 1999)。

在秋刀魚生活史中，為尋求其在不同發育階段之合適水溫，以大範圍之逆時針方向在西北太平洋內反覆南、北洄游，進行索餌、成長、成熟及產卵等行為(Odate 1977; Kosaka 2000)。在春季時，秋刀魚會隨著海洋表面水溫的上升，自黑潮水域(Kuroshio waters)開始向北移動，並且在夏季時洄游至浮游動物密度較高的主要攝食場—親潮水域(Oyashio waters)(Fukushima *et al.* 1976)。在夏季，這些剛發育至成魚之秋刀魚，多數滯留於親潮水域中攝食並逐漸成熟，為南下洄游產卵作準備(Saitoh *et al.* 1986)。秋季來臨時，在親潮水域中成熟的秋刀魚，會隨著海洋表面水溫的下降而開始向南移動，最後在冬季時到達其主要產卵場—黑潮水域，進行產卵(Kosaka 2000)。秋刀魚的產卵季節，通常開始於9月，並且可持續至隔年6月(Watanabe and Lo 1989)。

秋刀魚為食用性魚類，在西北太平洋海域中之產量極為豐富，近年來全球秋刀魚總漁獲量約有40-60萬公噸，主要漁業國依產量次序為日本、台灣、蘇俄及南韓等4國(薛及黃 2009)。台灣秋刀魚產量，自1999年的1.3萬公噸增加至2008年的13.9萬公噸，在短短9年間迅速成長達約10倍之多(漁業署 2010)。在2003-2008年，台灣之秋刀魚平均年產量為9.2萬公噸，約為日本年產量的1/3(薛及黃 2009)。日本之秋刀魚產量全球第一，其秋刀魚漁業為沿海型漁業(costal fishery)，漁期為8-12月；相對地，產量居次位的台灣秋刀魚漁業為大洋型漁業

(oceanic fishery)，漁期為6-11月(薛及黃 2009)。此外，棒受網(stick-held dip net)為台灣秋刀魚漁船唯一的作業方式，除了6-11月之外，台灣秋刀魚漁船自2007年起已經提早自5月份起即在漁場開始作業(丘等 2008)。

野生的魚類族群經常遭受橈足類寄生蟲之感染，相關的研究焦點大部分集中在物種分類的研究。相較之下，有關魚類橈足類寄生蟲之生態學研究，鮮少有科學性論文發表。特別是有關大洋性魚類之寄生性橈足類，由於不易獲得大量樣本，因而與其族群變化相關之資訊很少(Nagasawa *et al.* 1988)。*Caligus macarovi* Gussev (Copepoda: Caligidae)是一種寄生在秋刀魚魚體上最常見且最常被描述與研究的甲殼類動物(Nagasawa 1984a)。當被*C. macarovi*寄生時，秋刀魚的魚體表皮會形成直徑約4-5 mm的圓形或橢圓形洞痕，而使皮下肌肉露出，每尾有10個以上的傷痕並不少見。Hotta (1962)首次報導與分析在1961年漁季內發現*C. macarovi*大量寄生在秋刀魚魚體表面之案例。不同月份與漁法所捕之秋刀魚，遭*C. macarovi*感染的盛行率不盡相同。日本棒受網漁業所捕之秋刀魚遭*C. macarovi*感染的盛行率，在2005年和2006年8月下旬時均高達約60%，至10月下旬時則分別下降至約39%和12%；在同年期內，秋刀魚魚體平均寄生蟲數由2005年和2006年8月下旬之2.5和1.3，分別下降至1.4和1.0(Natsume *et al.* 2009)。日本流刺網漁業在2005年和2006年7月下旬所捕之秋刀魚遭*C. macarovi*感染的盛行率，分別為90.0%和95.0%，而平均寄生蟲數分別為3.0和4.7，均遠高於棒受網漁業所捕之秋刀魚(Natsume *et al.* 2009)。此外，遭*C. macarovi*寄生的秋刀魚可能會發生肥滿度下降的現象(Hotta 1962)。西北太平洋秋刀魚之體表寄生蟲，除了*C. macarovi*之外，羽肢魚蝨 *Pennella* sp. (Copepoda: Pennellidae)曾在1981-1983年盛行一時，其盛行率在1983年達到33.7%之最高點(Nagasawa 1984b; Nagasawa

et al. 1985), 之後, 在 1986 年時幾乎消失(Nagasawa et al. 1988)。當 *Pennella* sp. 寄生蟲體脫落時, 可能會在秋刀魚的體表留下極小的丸狀傷痕, 且其寄生不會造成秋刀魚肥滿度之下降(Nagasawa 1984a)。

在 2006 年, 台灣首度有秋刀魚漁業業者向漁政管理單位反應在 6 月初所捕之漁獲物中, 秋刀魚魚體表有為數不少之圓形洞痕, 恐不利於銷售。為此, 作者當時曾受託而向日本專門從事秋刀魚資源研究機構—東北區水產研究所八戶支所詢問, 得知該魚體表圓形洞痕為 *C. macarovi* 寄生所留下的痕跡, 並且由於被捕獲時秋刀魚在漁網中掙扎與魚體間互相磨擦等原因, 導致在魚體表皮寄生的 *C. macarovi* 會與鱗片幾乎全數脫落, 所以秋刀魚體表只會見到殘留的洞痕而不會見到寄生的 *C. macarovi* 蟲體(S. Suyama, pers. comm.)。然而, 該寄生現象在 8 月後所捕之漁獲物中漸趨稀少, 致使此寄生情事在尚未研究分析前就結束了。但是, 在台灣 2009 年之漁獲物中, 秋刀魚體表之圓形洞痕數又有明顯變多的情形發生(魷魚公會, 私人通訊), 再經由比對 Nagasawa (1984a) 對秋刀魚體表寄生蟲種類與咬痕之描述, 可以確認會在秋刀魚體表造成直徑約 4-5 mm 圓形洞痕的寄生蟲只有 *C. macarovi*。秋刀魚在遠東地區及台灣均為重要之經濟魚種, 在全球海洋漁業資源逐漸枯竭的今日, 對秋刀魚的保育與生態調查是一件刻不容緩之事。因此, 本研究之目的, 在於以台灣漁船捕獲之 2009 年秋刀魚為樣本, 分析在漁季內 5 月(漁季先期)、6-7 月(漁季初期)及 8-11 月(漁季主期)等三期的秋刀魚遭 *C. macarovi* 寄生之程度與變化情形, 用以了解秋刀魚在此大洋洄游期時遭 *C. macarovi* 感染之消長及其影響。此研究為首次針對台灣秋刀魚漁業漁獲物的寄生蟲生態所進行之探討, 期望未來能作為太平洋秋刀魚資源保育與永續利用之管理參考。

材料與方法

一、魚體樣本來源與測量

本研究所使用之秋刀魚魚體樣本, 係於 2009 年委託一艘台灣區魷魚公會之秋刀魚漁船, 提供 5 月、6-7 月及 8-11 月間所捕獲的秋刀魚, 分別作為本研究之先漁期(pre-fishing period)、初漁期(initial-fishing period)及主漁期(main-fishing period)等三漁季子期的魚體樣本。該樣本魚體捕獲的地理位置, 於先漁期約在 156-159°E、39-40°N, 初漁期約在 156-159°E、40-46°N, 以及主漁期約在 152-160°E、39-48°N 等海域(圖 1)。

漁獲物秋刀魚於漁港卸魚後, 以冷凍方式送達實驗室冰存。在實驗室中, 待魚體退冰後, 即隨機選取樣本進行肉體長(knob length)與體重(body weight)之測量。秋刀魚樣本之肉體長係依據 Kimura (1956)之定義: 「下顎前端至尾鰭銀白色肉質部末端」, 來進行測量。肉體長精準至 0.1 cm, 體重精準至 0.01g。在研究中所使用之秋刀魚魚體樣本數, 在先漁期、初漁期及主漁期分別為 343 尾、334 尾及 329 尾, 總合計樣本數為 1,006 尾。

二、寄生指數與資料分析

在本研究中選擇盛行率(prevalence)、平均感染強度(mean intensity)及豐富度(abundance)等 3 種寄生指數, 作為 *C. macarovi* 感染秋刀魚程度及其時間變化分析之參數。依 Bush et al. (1997)之計算公式:

$$\text{盛行率(\%)} = \frac{\text{被寄生魚體尾數}}{\text{總檢查魚體尾數}} \times 10^2$$

$$\text{平均感染強度(個/尾)} = \frac{\text{總寄生蟲個數}}{\text{被寄生魚體尾數}}$$

$$\text{豐富度(個/尾)} = \frac{\text{總寄生蟲個數}}{\text{總檢查魚體尾數}}$$

由於本研究中所使用之秋刀魚為在漁船上經沖洗與冰凍處理之漁獲樣本, 沒有見到寄生

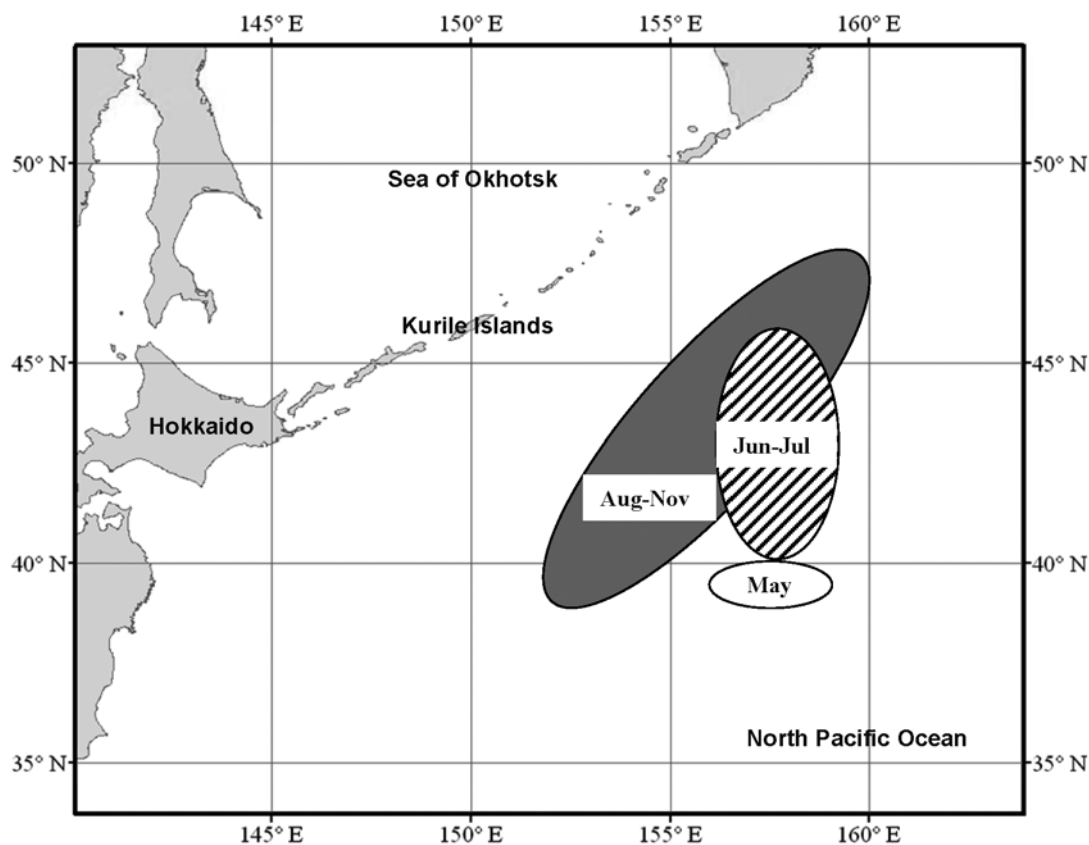


圖 1. 秋刀魚漁獲樣本在 2009 年漁季三子漁期(5、6-7 及 8-11 月)之捕獲位置。

Fig. 1. Fishing grounds of the Pacific saury during three fishing periods of May, June-July, and August-November, 2009.

在魚體表面之寄生蟲實體，因此本研究依據 Nagasawa (1984a)對秋刀魚體表寄生蟲種類之寄生行為與咬痕描述，以及在 2006 年向日本東北水產研究所詢問之結果(S. Suyama, pers. comm.)，判定在本研究樣本秋刀魚體表造成直徑約 4-5 mm 圓形洞痕的寄生蟲種類為 *C. macarovi*，並且再參照 Nakagami and Suyama (2006)之研究方法，以秋刀魚魚體表面 4-5 mm 的圓形洞痕數，作為本研究 *C. macarovi* 寄生在秋刀魚魚體上之寄生蟲數(圖 2)。此外，本研究選擇秋刀魚之肉體長、體重及肥滿度(condition factor, CF)等作為配合 *C. macarovi* 感染分析之體型狀態參數。肥滿度之計算式為：

$$CF = \frac{\text{體重}}{\text{肉體長}^3} \times 10^3$$

在本研究中，以折線圖(run chart)分析盛行率、平均感染強度及豐富度等 3 種寄生指數在三子漁期間之變化情形。並且，以變異數分析(analysis of variance, ANOVA)與事後比較之 LSD (least significant difference)同質性檢定，來檢測秋刀魚體表之平均被寄生蟲數在三子漁期間之差異性。若未排除無寄生秋刀魚個體進行計算，前述之平均被寄生蟲數=豐富度；若排除無寄生秋刀魚個體進行計算，前述之平均被寄生蟲數=平均感染強度。在各子漁期中以 Student's *t* 檢定分析有、無寄生 *C. macarovi*

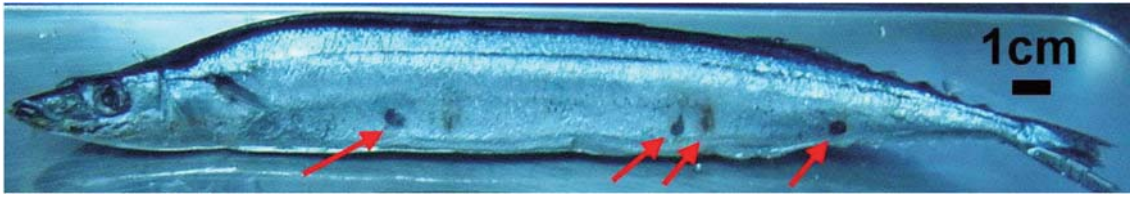


圖 2. 秋刀魚魚體表面遭 *Caligus macarovi* 寄生後形成直徑約 4-5 mm 的圓形暗色洞痕(紅色箭頭指示處)。

Fig. 2. Infection sites (deep blue spots with 4-5 mm in diameter pointed by red arrows) of *Caligus macarovi* on the body surface of a Pacific saury.

之秋刀魚在體型狀態參數上之差異。最後，分別在各子漁期中以 Spearman 等級相關係數 (Spearman's rank correlation coefficient) 與散布圖 (scatter plot) 檢視該寄生蟲數與秋刀魚各體型狀態參數間之關係。上述之統計分析，皆使用 SPSS (ver. 12.0) 套裝軟體來進行。

結 果

一、*Caligus macarovi* 之寄生在三子漁期間之變化

研究結果顯示，秋刀魚遭 *C. macarovi* 感染之盛行率，由 5 月開始之 81.6%，至 6-7 月下降為 68.3%，至 8-11 月再下降為 51.1% (圖 3)。平均感染強度及豐富度之變動趨勢，與上述盛行率相同，分別由 5 月開始之 3.38 及 2.76，至 6-7 月下降為 2.66 及 1.81，至 8-11 月再下降為 2.40 及 1.23 (圖 3)。經由 ANOVA 分析顯示，如果排除沒有遭 *C. macarovi* 感染之秋刀魚個體，秋刀魚遭 *C. macarovi* 感染之平均被寄生蟲數 (= 平均感染強度) 在三子漁期間有顯著差異 ($F_{2,673}=15.13, p<0.001$)；由 LSD 分析顯示，平均被寄生蟲數 (\pm 標準誤) 在 5 月 (3.38 ± 0.14 個/尾) 顯著大於 6-7 月 (2.66 ± 0.11 個/尾) 及 8-11 月 (2.40 ± 0.12 個/尾)，而後兩者間無顯著差異。如果沒有排除遭 *C. macarovi* 感染之秋刀魚個體，秋刀魚體表之平均被寄生蟲數 (= 豐富度)

在三子漁期間有顯著差異 ($F_{2,1003}=47.87, p<0.001$)；平均被寄生蟲數 (\pm 標準誤) 在 5 月 (2.76 ± 0.14 個/尾) 顯著大於 6-7 月 (1.81 ± 0.10 個/尾)，而後者顯著大於 8-11 月 (1.23 ± 0.09 個/尾)。

二、在三子漁期內 *Caligus macarovi* 寄生對秋刀魚體型之偏好與關係

以 Student's *t* 檢定在各子漁期內遭 *C. macarovi* 寄生 (蟲數 > 0) 與未遭寄生 (蟲數 = 0) 秋刀魚之體型差異結果顯示，在 8-11 月樣本中遭寄生秋刀魚在肉體長與體重上，顯著小於未遭寄生者 ($p_{\text{肉體長}} < 0.001, p_{\text{體重}} < 0.001$)，然而在 5 月與 6-7 月之樣本中遭寄生者與未遭寄生者間之肉體長與體重差異未達顯著水準 ($p > 0.05$) (表 1)。在秋刀魚肥滿度上，在 5 月、6-7 月及 8-11 月中之樣本遭寄生者與未遭寄生者間無顯著差異 (表 1)。

在各子漁期中以 Spearman 等級相關分析結果顯示，僅有在 8-11 月時之秋刀魚肉體長 ($r_s = -0.456, p < 0.001$) 與體重 ($r_s = -0.421, p < 0.001$) 等兩者，會與 *C. macarovi* 寄生蟲數間呈現顯著負相關關係，然而肥滿度與寄生蟲數間之相關係數 (r_s) 在三子漁期內均不顯著 (表 2)。進一步由散布圖分析之結果顯示，在 8-11 月時 *C. macarovi* 寄生蟲數在秋刀魚肉體長與體重上之關係呈現雙峰分布，其分界處分別約在 29-30 cm 與 130-140g (圖 4)。

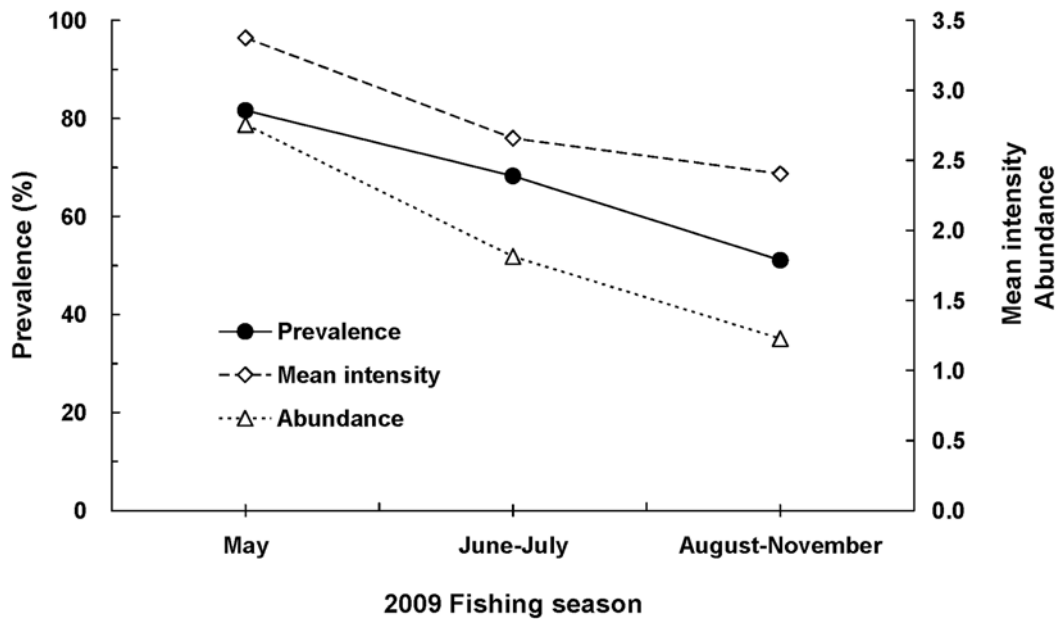


圖 3. 秋刀魚在 2009 年漁季三子漁期(5、6-7 及 8-11 月)中遭 *Caligus macarovi* 寄生之盛行率(●)、平均感染強度(◇)及豐富度(△)之變化。

Fig. 3. Variation in prevalence, mean intensity and abundance of the *Caligus macarovi* infected on the Pacific saury during the three fishing periods, May, June-July, and August-November, 2009.

表 1. 在 2009 年漁季三子漁期(5、6-7 及 8-11 月)中遭 *Caligus macarovi* 寄生與未遭寄生秋刀魚肉體長、體重及肥滿度間之平均值 ± 2 標準誤

Table 1. Knob lengths, body weights, and condition factors (means ± 2 standard errors) of the Pacific saury between *Caligus macarovi* infected individuals and non-infected individuals during the three fishing periods, May, June-July, and August-November, 2009

Fishing period	Non-infected fish (sample size)	Infected fish (sample size)	Difference
Knob length (cm)			
May	27.95±0.66 (68)	27.26±0.30 (280)	0.70 ^{ns}
June-July	29.08±0.49 (106)	28.58±0.37 (228)	0.50 ^{ns}
August-November	29.58±0.33 (161)	26.94±0.44 (168)	2.63 ^{***}
Body weight (g)			
May	118.74±8.31 (68)	110.37±3.74 (280)	8.37 ^{ns}
June-July	131.98±6.71 (106)	126.71±5.24 (228)	5.27 ^{ns}
August-November	131.73±4.51 (161)	104.00±6.09 (168)	27.73 ^{***}
Condition factor			
May	5.29±0.11 (68)	5.30±0.05 (280)	-0.01 ^{ns}
June-July	5.22±0.08 (106)	5.22±0.06 (228)	0.00 ^{ns}
August-November	5.00±0.06 (161)	5.09±0.07 (168)	-0.08 ^{ns}

^{ns}, not significant at 5% level ($p > 0.05$); ^{***}, significant at 1% level ($p < 0.001$).

表 2. 秋刀魚在 2009 年漁季三子漁期(5、6-7 及 8-11 月)中魚體上之 *Caligus macarovi* 寄生蟲數與肉體長、體重及肥滿度間之 Spearman 等級相關係數(r_s)

Table 2. Spearman's rank correlation coefficients (r_s) for the numbers of *Caligus macarovi* infected in relation to the knob lengths, body weights and condition factors of the Pacific saury during the three fishing periods, May, June-July, and August-November, 2009

	May (n=343)		June-July (n=334)		August-November (n=329)	
	r_s	p	r_s	p	r_s	p
Knob length	0.099	0.067	-0.085	0.120	-0.456	<0.001
Body weight	0.090	0.098	-0.049	0.369	-0.421	<0.001
Condition factor	0.008	0.887	-0.028	0.608	0.069	0.210

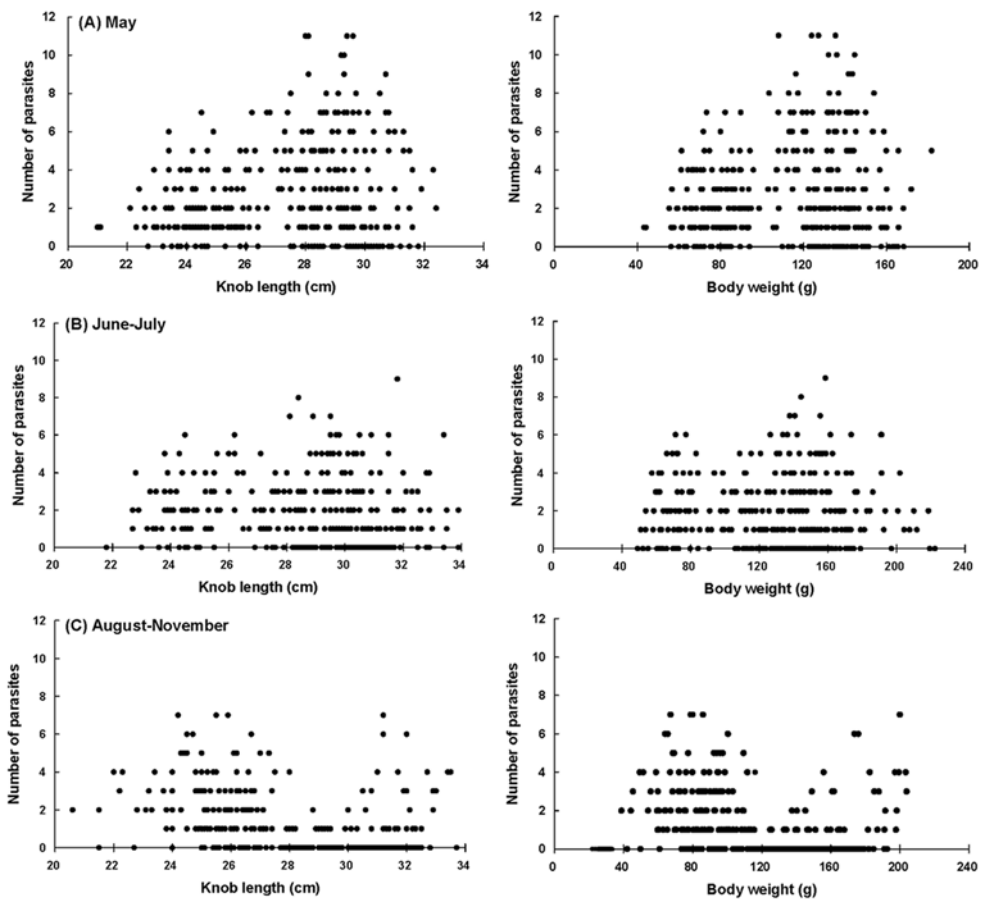


圖 4. 在 2009 年 5 月(A)、6-7 月(B)及 8-11 月(C)等漁季三子漁期中秋刀魚肉體長與體重對 *Caligus macarovi* 寄生蟲數之散布圖。

Fig. 4. Scatter plots of the numbers of *Caligus macarovi* infected in relation to knob lengths, body weights and condition factors of the Pacific saury during the three fishing periods, May (A), June-July (B), and August-November (C), 2009.

討 論

一、*Caligus macarovi* 之寄生在時空上之變化

本文為首次針對台灣西北太平洋秋刀魚棒受網漁業漁獲物的寄生蟲生態所進行之研究，結果顯示秋刀魚在 2009 年漁季內(5-11 月)遭 *C. macarovi* 感染之盛行率、平均感染強度及豐富度，分別由 5 月開始之 81.6%、3.4 及 2.8，隨著漁季的推移而下降至 8-11 月之 51.1%、2.4 及 1.2 (圖 3)。此結果與 Natsume *et al.* (2009) 於 2005 年與 2006 年在日本沿海同樣使用秋刀魚棒受網漁業漁獲物為樣本之調查結果相似。在 2005 年與 2006 年日本漁期自 8 月至 12 月漁獲物秋刀魚的 *C. macarovi* 盛行率範圍，分別為自 71.2% 至 24.2% 與自 60.0% 至 7.0%、平均寄生蟲數分別為自 2.5 至 1.4 與自 1.3 至 1.0；此兩種寄生指數在這兩年中均可見在漁期後半期有逐漸變低的傾向。相似的結果也在 Nakagami and Suyama (2006) 2005 年之調查中發現，在漁期前之 6-7 月、8 月及 9-10 月沿近海水域秋刀魚的 *C. macarovi* 盛行率分別為 95% 以上、64.4% 及 44.9-36.2%。綜合上述研究結果可知，不論是在日本東側沿海或大洋(公海)水域所捕秋刀魚之 *C. macarovi* 寄生，提前至 5-7 月作業之漁獲物感染率均會高於 8-11 月主漁季漁獲物。漁獲水溫與 *C. macarovi* 感染率有正相關之現象(Hotta 1962)。在 8 月以前為秋刀魚北上洄游期，因此由在 5-7 月自南向北洄游之秋刀魚具較高 *C. macarovi* 寄生之結果顯示，在漁場南方之高溫黑潮水域環境可能有利於 *C. macarovi* 在秋刀魚魚體上之寄生。

除了季節性洄游緯度變動會影響盛行率外，*C. macarovi* 的寄生在年間的變動情形，也是一個非常值得注目的研究焦點。在北海道東鄰沿近海域，日本秋刀魚棒受網漁業漁獲物遭 *C. macarovi* 感染之盛行率，在 1991 年和 1992 年分別為 5.6% 和 3.5%，1993-2003 年間漁期內的盛行率約在 20% 以下，然而 2005-2006

年的平均盛行率上升為 53.2% (Natsume *et al.* 2009)。Natsume *et al.* 因而認為 *C. macarovi* 盛行率之陡升點應該在 2004 年。本研究之結果顯示，2009 年台灣漁船在主漁期(8-11 月)中所捕秋刀魚遭 *C. macarovi* 感染之盛行率為 51.1%，與 Natsume *et al.* (2009) 計算 2005-2006 年的平均盛行率 53.2% 相近，顯示西北太平洋秋刀魚遭 *C. macarovi* 之盛行率由 2005 年至 2009 年應該無進一步升高的現象。

此外，Nakagami and Suyama (2006) 為了解在日本作業漁期(8-12 月)前之時期，秋刀魚遭 *C. macarovi* 感染的狀態，特別將在 2005 年秋刀魚漁期前的例行調查水域範圍，自西北太平洋擴大至東北太平洋，其研究結果指出，在漁期前(6-7 月)的盛行率在 145-155°E、159-163°E 及 167°E 以東分別約為 95% 以上、50% 左右及 30% 以下。在本研究中，初漁期(6-7 月)之採集位置約在 156-159°E，盛行率為 68.3% (圖 1)，符合上述 Nakagami and Suyama (2006) 調查 *C. macarovi* 盛行率之數值內插範圍。由此可見，*C. macarovi* 的寄生除了與洄游季節緯度、年度有關之外，區域性東西向之經度差異也是研究上必須考量之重要因素之一，並且 *C. macarovi* 的寄生似乎是由西北太平洋向東北太平洋擴散的。相似的秋刀魚寄生蟲 *Pennella* sp. 在區域上的差異性與向東擴散之現象亦已被證實；在春天，秋刀魚在西北太平洋區水域遭 *Pennella* sp. 感染之後，會向東北洄游至中北太平洋(Nagasawa *et al.* 1985)。

二、*Caligus macarovi* 寄生與秋刀魚體型之關係

Hotta (1962) 認為 *C. macarovi* 之盛行率在秋刀魚魚體體型大小上，是沒有顯著差異的。相似地，*Pennella* sp. 之盛行率與宿主秋刀魚體長間沒有相關性(Watanabe *et al.* 1985)。在本研究結果中，雖然在 *C. macarovi* 盛行率較低之 8-11 月中，發現遭寄生之秋刀魚平均體型(肉體長與體重)顯著小於未遭寄生者，而在盛

行率較高的 5 月與 6-7 月中遭寄生者與未遭寄生者在體型間沒有顯著差異(表 1); 同時, 在相關分析結果中亦指出僅有在 8-11 月時 *C. macarovi* 寄生蟲數會與肉體長與體重呈現顯著負相關關係(表 2)。但是, 由寄生蟲數分布的雙峰狀態顯示, 8-11 月秋刀魚漁獲物中至少可能包括 2 個子群存在, 其體長分界位置約在 29-30 cm (圖 4C)。體長在 28 cm 之秋刀魚年齡大約在 1 齡左右(Suyama *et al.* 1992; Nakaya *et al.* 2010)。這顯示在本研究中漁獲物樣本年齡之結構, 主要是由 1 齡左右及 1 齡以上(體長 ≥ 28 cm)之大型魚與未足 1 齡(0 齡魚, 體長 < 28 cm)之中小型魚等兩個年齡群所組成。秋刀魚的產卵季有兩個時期, 一為 10 月至翌年 2 月(秋冬季), 另一為 3 月至 5 月(春季)(Hotta 1960), 而前者為主要產卵季(Watanabe and Lo 1989)。在秋冬季出生的多數秋刀魚會在春季自黑潮開始向北洄游, 至夏季停留在親潮水域攝食, 之後在秋季南下而為漁獲的對象(Tian *et al.* 2003)。換算此時在主漁期(8-11 月)被捕的秋刀魚年齡約近 1 齡左右。相對地, 在春季出生的秋刀魚向北洄游的出發時期, 會較秋冬季出生者晚, 並且在主漁期被捕的年齡約 6-8 個月(0 齡魚)。因此, 在前一年秋冬季出生與更早期出生者所組成之 1 齡左右及 1 齡以上秋刀魚魚群, 在 8-11 月期間由中北太平洋向西南洄游時, 可能會遇上在當年春季出生、正北上洄游而添加(recruitment)之 0 齡魚魚群。在本研究中 8-11 月之寄生蟲數在體長與體重上之雙峰分布情形(圖 4C), 間接證實了上述的推測。再則, 高水溫水域比低水溫水域有較高 *C. macarovi* 之盛行率(Nagasawa 1984a)。在本研究 8-11 月份中, 體長小於 28 cm、年齡未足 1 齡且具高盛行率的添加秋刀魚群是來自低緯度、溫暖之黑潮水域, 因此在此子漁季(8-11 月份)分析結果中才會出現 *C. macarovi* 寄生在秋刀魚魚體上有較小體型偏好性之假象。相對地, 在北向游洄期之 5-7 月時, 不論是大型魚

或是中小型魚均來自低緯度、溫暖之黑潮水域, 因此此子漁季的盛行率會較高但沒有體型大小上之顯著偏好。簡言之, 本研究之結果仍是支持 Hotta (1962)之研究結果。

關於魚類之肥滿度是否會因寄生蟲之感染而發生顯著變化, 可能會因寄生蟲種類與宿主種類兩者間之不同而有所差異。在 *Pennella sp.* 之秋刀魚寄生研究上發現, 即使是在感染率上升的情況下, 秋刀魚之肥滿度也不會受 *Pennella sp.* 感染所影響(Nagasawa 1984a; Nagasawa *et al.* 1985; Watanabe *et al.* 1985)。雖然如此, 由於 *Pennella sp.* 在感染秋刀魚時會將其蟲體前部深深穿入魚體內, 故 Nagasawa (1984b)與 Nagasawa *et al.* (1985)均認為 *Pennella sp.* 之感染仍會對宿主造成很大影響, 例如引起魚體之虛弱與傷害。*C. macarovi* 是寄生在秋刀魚之魚體表皮上, 不會進入宿主肌肉組織內(Hotta 1962)。在本研究中, 秋刀魚之肥滿度與 *C. macarovi* 寄生間之相關不顯著($p=0.210$, 表 2), 同時發現有遭 *C. macarovi* 寄生者與未遭寄生者之肥滿度間無顯著差異($p=0.081$, 圖 4C)。相反地, Hotta (1962)卻認為秋刀魚會因 *C. macarovi* 的寄生而使其肥滿度降低, 但是在其研究中該負向關係僅是由平均值之走向趨勢來判定的, 而未有實質的統計檢定值提出。因此, 對於這種 *C. macarovi* 僅在體表寄生而不侵入宿主肌肉層或體內的寄生行為, 是否會顯著影響秋刀魚肥滿度變化的差異, 可能需要更多的資訊與進一步之分析來證實。

結 論

在 1980 年代中期, 日本學者 Nagasawa *et al.* (1985)曾經指出, 一種在西北太平洋海區常見、但未曾在中北太平洋海區發現的秋刀魚寄生性橈足類—秋刀魚魚蝨 *Caligus macarovi*, 已經在中北太平洋秋刀魚魚體上發現, 顯見該 *C. macarovi* 之寄生範圍在當時已經逐漸蔓延

開來。本研究之結果顯示，西北太平洋秋刀魚在 2009 年主漁期(8-11 月)遭 *C. macarovi* 感染之盛行率約為 51%，比對 Natsume *et al.* (2009) 在 2005-2006 年之盛行率約為 53.2% 之結果，可見由 2005 年至 2009 年間 *C. macarovi* 在西北太平洋海域對秋刀魚之盛行率可能均維持在 50% 左右，並無再進一步升高的現象。並且，*C. macarovi* 之盛行率會受到季節性洄游緯度與經度變化所影響。盛行率自 5 月在漁場西南方黑潮水域之高點，隨漁季的推移而下降至主漁期後期在漁場東北方親潮水域的低點。此外，雖然在主漁期時肉體長與體重較小秋刀魚之盛行率有較高之現象發生，但是該體型偏好差異現象可能主要來自於南方溫暖水域添加群之高感染率所致，而與秋刀魚體型無直接相關。

謝 誌

本研究承蒙行政院農業委員會漁業署(98 農科-10.1.1-漁-F5(3))與國家科學委員會(NSC 98-2313-B-259-003-MY3)提供部分經費補助及台灣區遠洋魷魚船魚類輸出業同業公會之樣本採集協助始能完成，作者在此深表感激。

引用文獻

- 丘臺生、陳志忻、黃文彬。2008。魷魚及秋刀魚的資源動態研究。行政院農業委員會漁業署九十七年度科技計畫研究報告。
- 漁業署。2010。民國 88-98 年(1999-2009)漁業統計年報。行政院農業委員會漁業署。(available at <http://www.fa.gov.tw/pages/detail.aspx? Node=242&Page=14765& Index=17>)
- 薛惠文、黃文彬。2009。西北太平洋秋刀魚漁業概況與國際管理趨勢。國際漁業資訊 194: 45-51。
- Bush, A. O., K. D. Lafferty, J. M. Lotz and A. W. Shostak. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *Journal of Parasitology* 83: 575-583.
- Collette, B. B., T. Potthoff, W. J. Richards, S. Ueyanagi, J. L. Russo and Y. Nishikawa. 1984. Scombroidei: Development and relationship. pp. 591-620. *In*: H. G. Moser and W. J. Richards (eds.). *Ontogeny and Systematics of Fishes*. American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Special Publication Number 1. Lawrence, Kansas, U.S.A.
- Fukushima, S., K. Odate and S. Takahashi. 1976. Relationship in the distribution between zooplankton as prey organisms and Pacific saury in the feeding area of the northwestern north Pacific. *Bulletin of the Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory* 36: 1-8. (In Japanese with English abstract)
- Hatanaka, M. 1955. Biological studies on the population of the saury, *Cololabis saira* (Brevoort) part 1 reproduction and growth. *Tohoku Journal of Agricultural Research* 6: 227-269.
- Hotta, H. 1960. On the analysis of the population of the saury (*Cololabis saira*) based on the scale and the otolith characters, and their growth. *Bulletin of the Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory* 16: 41-64. (In Japanese with English abstract)
- Hotta, H. 1962. The parasitic of saury (*Cololabis saira*) infected with parasitic copepoda, *Galigus macarovi* Gussev, during fishing season in 1961. *Bulletin of the Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory* 21: 50-56. (In Japanese with English abstract)
- Hubbs, C. L. and R. L. Wisner. 1980. Revision of the sauries (Pisces, Scomberesocidae) with descriptions of two new genera and one new

- species. Fishery Bulletin 77: 521-566.
- Kimura, K. 1956. The standard length of the Pacific saury, *Cololabis saira* (Brevoort). Bulletin of the Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory 7: 1-11. (In Japanese with English abstract)
- Kosaka, S. 2000. Life history of the Pacific saury *Cololabis saira* in the northwest Pacific and considerations on resource fluctuations based on it. Bulletin of the Tohoku National Fisheries Research Institute 63: 1-96. (In Japanese with English abstract)
- Nagasawa, K. 1984a. Crustacean parasites of the saury, *Cololabis saira*: A review. Fish Pathology 19: 57-63. (In Japanese)
- Nagasawa, K. 1984b. The finding of *Pennella* sp. (Copepoda: Pennellidae) on the saury, *Cololabis saira*, in the western and central north Pacific ocean and the Okhotsk sea. Fish Pathology 18: 205-208.
- Nagasawa, K., Y. Imai and K. Ishida. 1985. Distribution, abundance, and effects of *Pennella* sp. (Copepoda: Pennellidae), parasitic on the saury, *Cololabis saira* (Brevoort), in the western north Pacific ocean and adjacent seas, 1984. Bulletin of the Biogeographical Society of Japan 40: 35-42.
- Nagasawa, K., Y. Imai and K. Ishida. 1988. Long-term changes in the population size and geographical distribution of *Pennella* sp. (Copepoda) on the saury, *Cololabis saira*, in the western North Pacific Ocean and adjacent seas. Hydrobiologia 167/168: 571-577.
- Nakagami, M. and S. Suyama. 2006. Parasitic status of the *Caligus macarovi* on the Pacific saury in the northwest and center Pacific in 2005. Abstracts for the annual meeting of the Japanese Society of Fisheries Science 2006: 48. (In Japanese)
- Nakaya, M., T. Morioka, K. Fukunaga, N. Murakami, T. Ichikawan, S. Sekiya and S. Suyama. 2010. Growth and maturation of Pacific saury *Cololabis saira* under laboratory conditions. Fisheries Science 76: 45-53.
- Natsume, M., Y. Mori and K. Tuji. 2009. Migratory origin of Pacific saury, *Cololabis saira*, caught by drift net fishing in summer in the eastern waters off Hokkaido. Scientific Reports of the Hokkaido Fisheries Experimental Station 74: 1-11. (In Japanese with English abstract)
- Odate, K. 1977. On the feeding habits of the Pacific saury, *Cololabis saira* (Brevoort). Bulletin of the Tohoku National Fisheries Research Institute 38: 75-88. (In Japanese with English abstract)
- Saitoh, S., S. Kosaka and J. Iisaka. 1986. Satellite infrared observations of Kuroshio warm-core rings and their application to study of Pacific saury migration. Deep-Sea Research 33: 1601-1615.
- Springer, A. M., J. F. Piatt, V. P. Shuntov, G. B. van Vliet, V. L. Vladimirov, A. E. Kuzin and A. S. Perlov. 1999. Marine birds and mammals of the Pacific subarctic gyre. Progress in Oceanography 43: 602-608.
- Suyama, S., Y. Kurita and Y. Ueno. 2006. Age structure of Pacific saury *Cololabis saira* based on observations of the hyaline zones in the otolith and length frequency distributions. Fisheries Science 72: 742-749.
- Suyama, S., Y. Sakurai and T. Shimazaki. 1996. Age and growth of Pacific saury *Cololabis saira* (Brevoort) in the western north Pacific ocean estimated from daily otolith growth increments. Fisheries Science 62: 1-7.
- Suyama, S., Y. Sakurai, T. Meguro and K. Shimazaki.

1992. Estimation of the age and growth of Pacific saury *Cololabis saira* in the central North Pacific Ocean determined by otolith daily growth increments. *Nippon Suisan Gakkaishi* 58: 1607-1614. (In Japanese with English abstract)
- Taka, S., M. Kitakata and T. Wada. 1980. The vertical distribution of the zooplankton as prey organisms of the Pacific saury and in the southeastern waters of the Kuril Islands in July. *Bulletin of the Hokkaido Regional Fisheries Research Laboratory* 45: 15-41. (In Japanese with English abstract)
- Taka, S., M. Kitakata and T. Wada. 1982. The relations between the saury, *Cololabis saira* (Brevoort) and the food organisms on, especially *Calanus plumchrus*, in the southeast waters of the Kuril Islands during the summer. *Bulletin of the Hokkaido Regional Fisheries Research Laboratory* 47: 41-55. (In Japanese with English abstract)
- Tamura, T., Y. Fujise and K. Shimazaki. 1998. Diet of minke whales *Balaenoptera acutorostrata* in the northwestern part of the north Pacific in summer, 1994 and 1995. *Fisheries Science* 64: 71-76.
- Tian, Y., T. Akamine and M. Suda. 2003. Variations in the abundance of Pacific saury (*Cololabis saira*) from the northwestern Pacific in relation to oceanic-climate changes. *Fisheries Research* 60: 439-454.
- Watanabe, Y. and N. C. H. Lo. 1989. Larval production and mortality of Pacific saury, *Cololabis saira*, in the northwestern Pacific ocean. *Fishery Bulletin* 87: 601-613.
- Watanabe, Y., S. Kosaka and Y. Tanino. 1985. Occurrence of parasitic copepod *Pennella* sp. on the Pacific saury *Cololabis saira* in 1983. *Bulletin of the Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory* 47: 37-46. (In Japanese with English abstract)

