

您所不知道的黑鮪

從餐桌以外的角度看 黑鮪

文、圖 / 張水鎔（國立中山大學海洋事務研究所教授）

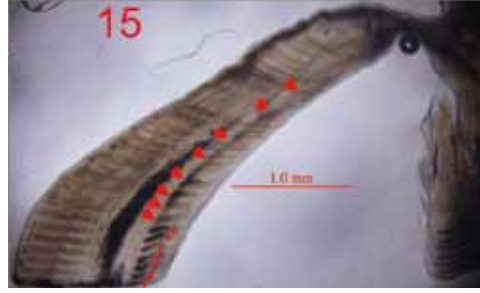
黑鮪是世界上最大的鮪魚，有主要分布在南半球的南方黑鮪，以及在北半球的北方黑鮪；而北方黑鮪又可分為大西洋黑鮪和太平洋黑鮪。東港的黑鮪是太平洋黑鮪，世界最大紀錄是 2014 年在紐西蘭捕獲的 411 公斤。

太平洋黑鮪是臺灣鮪延繩釣漁業的重要季節性捕撈對象，也是國際漁業管理組織和保育組織關切的珍貴資源。雖然臺灣利用、也關切這個珍貴資源，但臺灣一般社會大眾對黑鮪的認知，仍多停留在餐桌上的美食佳餚，或是從新聞媒體報導得知其資源狀況不好，而缺乏與這可再生資源相關的科學知識。為了讓社會大眾能以更全面的角度認識黑鮪資源，國立中山大學亞太海洋研究中心在漁業署及北太平洋鮪類暨類鮪類國際科學委員會（ISC）的協辦下，於 2015 年 11 月舉辦一場黑鮪講習會，以淺顯的科普及用語介紹黑鮪、黑鮪的生態、資源狀況評估、管理現況、幼魚繁養殖，以及保育共管等。以下分主題介紹專家及筆者整理的黑鮪科學知識。

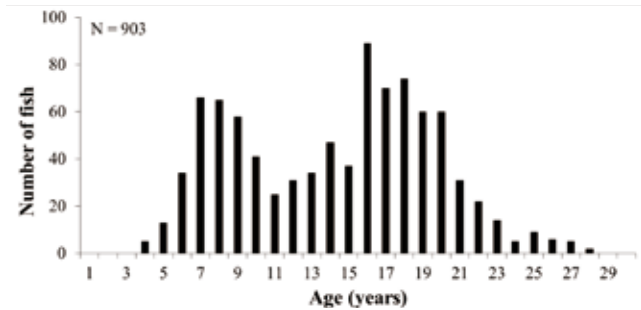
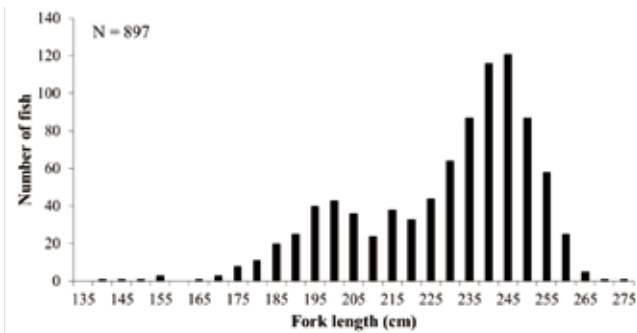
我是誰：黑鮪介紹

全世界大約有 15 種鮪魚，部分可活到 50 多歲，三大洋都有它們的蹤跡，是遠距洄游性（高度洄游性）的肉食性魚種，較具代表性的是黑鮪、長鰭鮪、大目鮪和黃鰭鮪。鮪魚身體多流線紡錘型，游泳速度相當快，游泳時是筆

直的，只有尾巴在動，將左右的胸鰭收起，背鰭也可收入「稜溝」內，以減少海中阻力。絕大多數的魚類都是變溫（冷血）動物，體溫隨周圍的水溫而改變，但鮪魚卻是溫血動物，這在魚類中相當罕見；鮪魚在側線的皮下，都有一層紅色肉或稱為血合肉，貯存氧氣以供洄游時肌肉持續運動所需，且其高度的新陳代謝作



黑鮪的耳石及耳石上的年輪（上二圖），透過成長的研究，把黑鮪的體長分布轉換成年齡的分布。（臺大蕭仁傑教授提供）



用，產生大量的熱，為避免熱量散失，鮪魚進化出一種使熱量只在動脈和靜脈間交流的系統，使熱量保留在身體內，而不會流向鰓部，因此能調節體溫，讓它能在深水或高緯度的低溫狀況下活動覓食。

鮪魚的分布在三大洋依緯度而不同，大目鮪、黃鰭鮪和正鯷屬於熱帶鮪，分布在赤道海區，長鰭鮪和黑鮪則是屬於溫帶鮪。正鯷大約 1 歲（約 2 公斤）成熟，黃鰭鮪 2～3 歲（25 公斤）、大目鮪 3～4 歲（25 公斤）、長鰭鮪 5 歲（15 公斤）、黑鮪則在 3～11 歲間（30～120 公斤）成熟。

全球有超過 70 個國家捕捉鮪魚，是全世界最有商業價值的魚種之一，近幾年產量持續增加，其中正鯷佔最多（約 58%）、黃鰭鮪（27%）、大目鮪（9%）、長鰭鮪（6%）次之，黑鮪則只佔約 2%。鮪魚漁業洄游區域很廣，捕撈國家眾多，管理的國際組織跨世界各大洋，共管理 23 個鮪魚系群，其中 52% 健康、35% 已經過漁（包括黑鮪）。

至於太平洋黑鮪，最長為 3 公尺，壽命可超過 30 歲，3～4 歲成熟（約 100 公分），產卵季在 4～8 月間。主要捕撈漁業為圍網漁業（捕幼魚），鮪延繩釣漁業（捕成魚）次之；而最大利用國為日本，墨西哥次之。

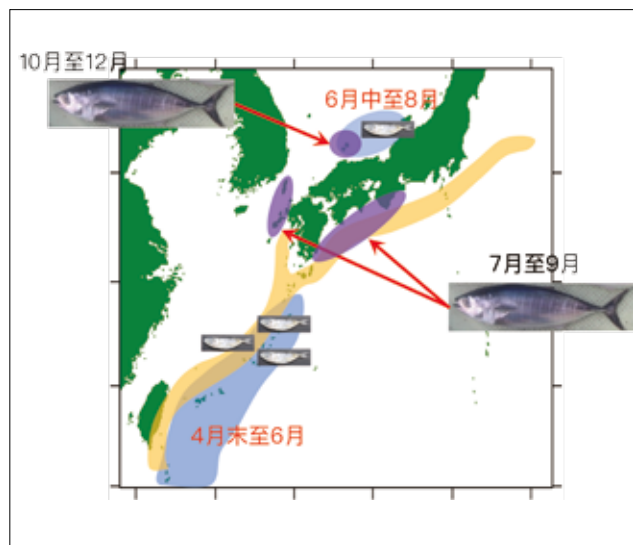
我的特性：黑鮪成長、繁殖、洄游

1. 國立臺灣大學海洋研究所蕭仁傑教授

黑鮪年齡的判定，由它的耳石來做分析。魚的耳石，是位於魚耳內的碳酸鈣結晶組織，就像樹的年輪，會隨著年齡越大，每年一層一層地增生出去。科學家取出耳內的耳石，經過清洗、樹脂包埋、切割研磨等步驟，就可在顯微鏡下看到耳石增生的輪數，得知其被捕獲時的生長年齡。從年齡可瞭解魚的成長速度，作為瞭解資源狀況的重要參數，以評估目前的漁業壓力；另一個目的是瞭解某地區漁獲物的年齡組成，例如臺灣捕的黑鮪在 2003～2007 年平均為 215 公分，年齡在 7～10 歲左右，2008～2012 年資源較差時平均為 235 公分，



透過耳石的氧同位素分析可以判斷黑鮪魚出生的海域。
(臺大蕭仁傑教授提供)



黑鮪產卵場（藍色區域）及產卵期（紅字），以及日本曳繩釣
魚場（捕幼魚）。（日本 Oshima 博士提供）

小魚不見，捕到的多為 16 ～ 20 歲的魚，而在 2013 ～ 2014 年仍有大魚，但 190 公分左右的小魚增加，也就是 6 ～ 8 歲的魚。從這些年齡組成的變動，可推論出 1994 年出生的魚都被捕完了，現在捕的魚約是 2004 年後出生的魚。

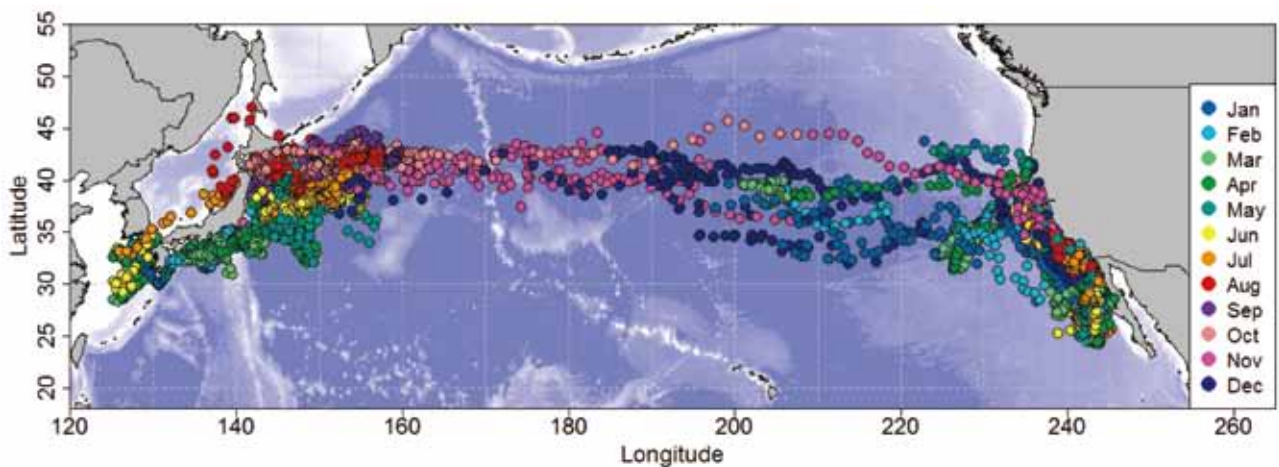
耳石還能夠判斷魚可能的出生地和洄游史，因為不同的海域其同位素氧 18 會因海水水溫的不同而有不同的比例，尤其黑鮪主要的兩大產卵產地，北太平洋的西南海域和日本海一側的海域之海水溫度差異甚大。研究結果發現，在日本海產卵的黑鮪，有 62% 都是出生自太平洋（臺灣東部），而在臺灣東部海域產卵的黑鮪，有 93% 都是在這裡出生又返鄉的。由此可得出結論，北太平洋西南海域產卵場（即臺灣東部）的魚對於黑鮪資源的貢獻度要比日本海產卵場的魚大很多，因此在這些區域的黑鮪魚種特別需要嚴格的漁業管理，以達成復育黑鮪族群量的目標。

2. 日本遠洋水產研究所（NRIFSF）

Yumi Okochi 博士

日本在黑鮪繁殖的研究已有不錯的成果，目前已知太平洋黑鮪的繁殖產地主要是在日本海一側和北太平洋西南海域（沖繩周圍海域到呂宋島間之臺灣東部海域）附近；為了瞭解太平洋黑鮪在此兩產卵海域之產卵季節和時間、性成熟尺寸和生殖力，研究員蒐集了北太平洋西南海域和日本海一側的各種年齡魚的樣本，解剖做生殖腺切片的觀察，觀察生殖腺裡的卵母細胞在幾歲時會達到飽滿的性成熟年齡，並依此做性成熟年齡和生殖腺成熟季節、時間之判斷。

研究結果發現，在北太平洋西南海域產卵的太平洋黑鮪在尾叉長 170 公分時達到全部性成熟；而在日本海一側海域產卵的黑鮪魚，114 公分時（約 3 歲）有一半的魚達到性成熟，超過 134 公分（4 歲以上）的魚全部性成熟。整體而言，太平洋黑鮪是在 3 歲時開始性成



日本利用信號追蹤器（下左用於幼魚，下右用於成魚）分析出7尾黑鮪不同時間橫跨北太平洋的洄游路徑。（日本 Fujioka 博士提供）

熟，而日本海的黑鮪魚比較早熟。至於產卵季節，北太平洋西南海域的產卵季約是在 4 月末到 6 月之間；日本海一側的產卵季則是在 6 月中和 8 月之間，並且已知在日本海的產卵時間是在每天的下午 5 點到晚上 10 點，每次產卵約產出 80 萬到 2,500 萬顆卵，體型越大，產的卵越多。

3. 日本遠洋水產研究所（NRIFS）

Ko Fujioka 博士

日本漁業科學家為了追蹤黑鮪洄游做了一系列的研究，他們在黑鮪油脂最多的魚肚部份植入信號追蹤器（電子紀錄式標籤 Archival Tag）。根據魚體的大小使用不同的追蹤器，對於未成年的幼魚使用重量僅 1.2 公克的 LAT2910 型追蹤器，可記錄約為 6 ~ 12 個月的資訊；針對成年鮪魚，則使用重量約 30 公克的 LAT2310 型追蹤器，可以記錄長達 36 個月的資訊。這些追蹤器縫在黑鮪肚子內，可以感應記錄時間、水深、黑鮪周圍水溫、體內溫

度及光照強度等環境因子，以方便作洄游動態紀錄的研究。其中光強度是判斷魚的位置的重要資訊：日本的科學家藉由追蹤器記錄到的當日光照強度最強之日照正中午的時間來判斷其當時所在之經度；而從日照長短來推論其當日所在之緯度，由此做定位。

日本於 2012 年夏天在 26 公分左右的 7 尾幼魚植入追蹤器，發現這些魚在日本高知釋放之後，會停留在高知海域直到隔年冬天，然後在隔年春天才開始往東太平洋移動，移動距離將近 7 千公里遠。從過去幾年的研究綜合來看，黑鮪魚在臺灣東部及日本海孵化之後，會往北游到日本高知外海及長崎外海，停留接近一年，在隔年春天或夏天開始往東太平洋洄游，一部分游一段時間或游到一半會回到日本、韓國附近，另有一部分就直接游到美國西岸到墨西哥之間，接近成熟時再游回西太平洋，成熟的就會游到臺灣東部或日本海產卵。☺

您所不知道的黑鮪

從餐桌以外的角度看 黑鮪 下

文、圖／張水鎔（國立中山大學海洋事務研究所教授）



1. 漁業署遠洋漁業開發中心主任吳信長致開幕辭。
2. 黑鮪講習會主辦人國立中山大學張水鎔教授。
3. ISC 主席 Gerard 博士進行開場簡報。
4. 日本遠洋水產研究所副所長 Nakano 博士為本屆 ISC 黑鮪工作小組主席，派出精英研究員來臺分享研究成果。

接續上期

三、我的養成：黑鮪養殖

日本遠洋水產研究所 Nobuaki Suzuki 博士代表日本西海研究所的 M. Oka 博士介紹目前在日本關於太平洋黑鮪養殖最新的研究成果。由於黑鮪親魚資源量已因全球商業漁業的過度捕撈而降至歷史最低水準，造成日本政府於 2014 年時決定幼魚捕撈量要從 2002 年到 2004 年的平均水準刪減 50%，因此日本認為黑鮪的水產養殖在未來是個趨勢。黑鮪養殖在 2000 年開始急速發展，在 2014 年達到 14,700 噸。日本近畿大學水產研究所經過 32 年的努力，在 2002 年成功研發出世界上最早的黑鮪全魚養殖技術，但由於產量有限，市場到目前仍是以野生的為主，未來希望能成為市場上主

要的供應來源。

目前日本的黑鮪養殖技術著重在仔魚的生產，但由於魚卵的產量仍受環境影響，而每次的產量都不穩定，因此穩定的魚卵生產則成為關鍵的議題。日本的黑鮪養殖，主要是把黑鮪養在室內的陸基水槽（land-based tank）為主，水槽直徑 20 公尺，水深 6 公尺，並配合一定的水溫和光照調控。在此一環境下黑鮪圈養的數量可以達到一個水槽內有 63 尾體長 94 公分和平均體重 14.5 公斤的兩歲未成年魚。另外在專門培育黑鮪產卵的陸基水槽內，日本的研究團隊領先全球，首先觀察到在養殖環境下黑鮪成功產卵的情形，其產卵時的水溫大概是在攝氏 20～25 度之間，產卵時黑鮪體重約在 28 公斤左右。在此養殖環境下的兩個陸基

水槽內，成功在 5 月至 8 月下旬間產出 4,500 萬顆受精卵，並且平均孵化率高達 94.3%。不過兩水槽內從開始養到能產出第一次卵的黑鮪魚活存率只有 58%。

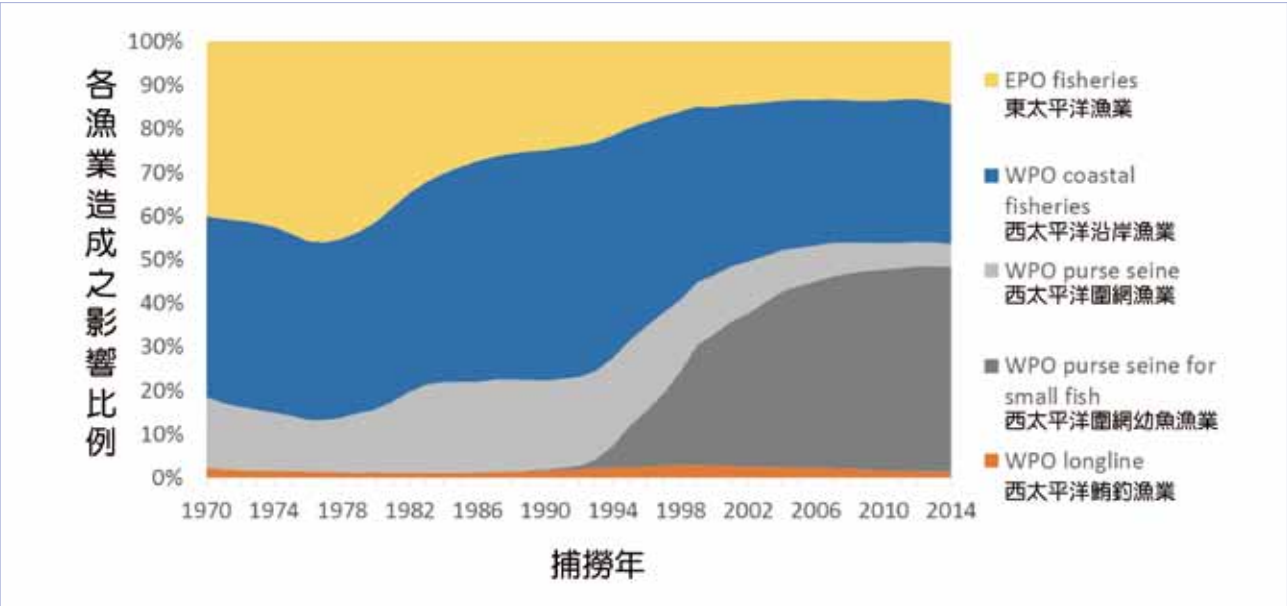
墨西哥的黑鮪養殖方面，黑鮪魚的養殖仍是以中間育成為主，待黑鮪魚的未成年魚洄游進入墨西哥灣之後，加以捕捉就地圈養並餵食沙丁魚，養肥之後，再帶到市場銷售。

四、我的狀況：黑鮪資源狀況和管理

NOAA 西南漁業科研中心 Steven Teo 博士介紹太平洋黑鮪的資源狀況。資源評估的流程簡單說就是（1）第一步先有資料，包括漁業的漁獲資料和黑鮪生物性資料；（2）第二步要進行科學分析，包括從漁獲資料中計算資源

指標，以及結合以上資料利用族群動態模型進行資源狀況計算；（3）第三步從計算得到的結果，包括資源量、加入量、漁業死亡係數等等，來推論現在資源狀況；（4）第四步作一些假設狀況（例如若繼續照現在的捕撈量、或若刪減一半的捕撈量），來預測未來的資源狀況會變如何，以此作為管理建議。

針對黑鮪資源研究，科學家第一步準備三種漁業資料：（1）黑鮪總漁獲量（有多少黑鮪被捕）、（2）黑鮪的漁獲體長分布（各漁業捕撈的黑鮪年齡範圍）、和（3）資源量指標（由漁獲量及努力量計算出的）等，並配合黑鮪的生物資料（如成長速度）來做第二步的黑鮪資源量的評估。第三步解釋結果並推論資源狀況為：根據最新 2016 年 2 月分



捕撈太平洋黑鮪的各種漁業對資源所造成的影響程度，其中西太平洋鮪釣漁業的影響最小。

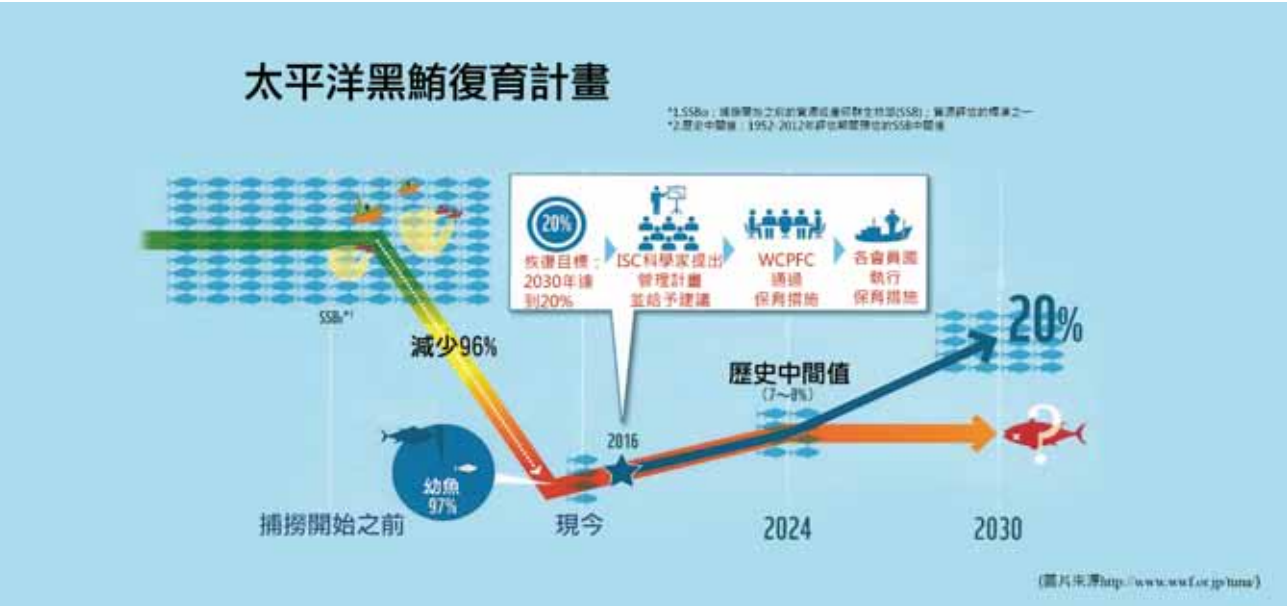
析結果顯示，黑鮪的產卵族群量已達到歷史最低點，而仔魚補充量也呈現減少的趨勢，放在 Kobe plot 中也可以發現到 2014 年漁季（相當於 2015 年）的產卵族群量是小於現在所有標準的資源量參考點（代表資源狀況好壞的一個參考），亦即資源仍呈現過漁狀態；另一方面，2012～2014 的漁獲死亡係數，則是略大於漁業參考點（代表漁業壓力是否過大的參考），代表現在的漁業仍呈現過度捕撈的狀態。不過，好消息是，今年評估出來的資源量比 2014 年評估出來的為高，代表資源在恢復中，而且漁獲壓力也在下降中。

最後第四步，在 2014 年科學家做了七種情境假設（幼魚捕撈量降低至 2002～2004 年平均水準的 85%、75%、50%；成魚捕撈量降低至 2002～2004 年平均水準的 85%），來預測 10 年後和 15 年後，產卵族群量達到「還沒有漁業捕撈黑鮪前的水準」的 20% 的機率。結果發現只有第六種情境假設，也就是降低幼魚捕撈量至 2002～2004 年平均水準的 50%，才有 8 成以上機會讓黑鮪資源無論

在仔魚補充量是高或是低的狀況下，仍可以在未來 15 年後達到產卵族群量恢復到未有漁業以前的 20%（想要恢復到 10% 以上的機會仍然很低）。由於這是唯一有正面結果的情境假設，因此國際管理組織（WCPFC）在 2015 年採納了這個建議，訂為會員國必須遵守的決議案，其中最重要的是要求幼魚捕撈量要刪減 50%。而 2016 年的評估結果更證實，造成資源量衰減的主因是幼魚漁業，而所設計的情境都顯示繼續刪減幼魚捕撈量最有可能加速資源的恢復。

五、一起保育：透過市場機制支持有效管理

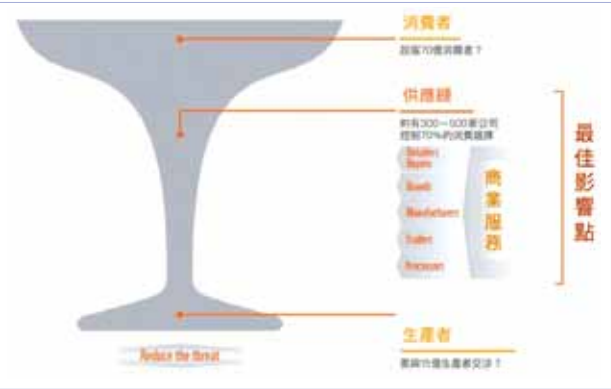
世界自然基金會（WWF）日本分會漁業與水產品計畫負責人 Aiko Yamauchi 博士介紹在世界對黑鮪需求日益增長的市場趨勢下，該如何透過市場機制的一方來支持黑鮪管理的有效化。她首先介紹日本市場的重要，日本消費了全世界 92% 的南方黑鮪產量，也消費了全球北方黑鮪的 72% 產量，是主要的黑鮪市場國及消費大國，因此 WWF 先在日本推動前述



國際組織對太平洋黑鮪的復育計畫，希望能在 2030 年把資源恢復到未有漁業捕撈時的親魚資源量的 20%。

機制。基本概念為全球約有 15 億的海鮮生產者及 70 億的海鮮消費者，但卻只有約 300～500 家的供應商決定了全球 70% 海鮮供應量，而這些供應商也大大影響了漁民和漁業公司捕撈的數量和價格。因此，若要推動海洋生物的保育，與其去說服幾十億的生產者和消費者，不如集中精力在只有 300～500 家的供應商上。

為此 WWF 近幾年積極推動市場的轉型，來達到有效的漁業保育。作法包括七項，她特別介紹其中兩項，第一項為一對一的合作洽談：與供應商接洽，鼓勵他們利用市場機制支持更保育的消費，也透過研討會、傳單、慶典來向私人企業宣傳支持供應商的轉型，包括促進生態標章的使用、進行風險評估、支持漁業改善計畫等，例如他們已說服日本最大零售商 Aeon 支持這些保育型消費。第二項為舉辦負責任鮪魚生產與採購圓桌會議，邀請海產公司、貿易商、零售商、生產者、生態標章發證公司、科學家、學者等，一起面對鮪魚市場的永續問題，這個問題已經不是單一企業或公司



WWF 提倡利用市場轉型來保育海洋資源。

所能解決，因此透過圓桌會議來分擔鮪魚產品的來源管制責任，並擬訂企業能執行的方案，包括通過負責任鮪魚採購最低標準之政策，以及有關鮪魚養殖具科學及成效考量的「最佳管理實踐」等。這種會議具有透明、科學、公平又有效等價值。

黑鮪的保育除了國際組織的管理之外，各界可以思考如何透過類似作法，促進市場（貿易商、零售商）的轉型，將可同時影響生產者（漁民）及消費者，達到資源的有效管理目標。