

DOI: 10.5846/stxb201410222066

丁琪, 陈新军, 耿婷, 黄博. 基于渔获统计的太平洋岛国渔业资源开发利用现状评价. 生态学报, 2016, 36(8): - .

Ding Q, Chen X J, Geng T, Huang B. Evaluation on Utilization State of Marine Fishery Resources of Pacific Islands Based on Catch Statistics. Acta Ecologica Sinica, 2016, 36(8): - .

基于渔获统计的太平洋岛国渔业资源开发利用现状评价

丁 琪^{1,4}, 陈新军^{1,2,3,4,*}, 耿 婷¹, 黄 博¹

1 上海海洋大学海洋科学学院, 上海 201306

2 国家远洋渔业工程技术研究中心, 上海 201306

3 大洋渔业资源可持续开发省部共建教育部重点实验室, 上海 201306

4 远洋渔业协同创新中心, 上海 201306

摘要:全面评价渔业资源开发利用状况能够为资源的合理利用提供依据,营养指标作为以生态系统为基础的渔业管理方法与模式在近年来广泛运用于渔业管理中,用于评估捕捞活动的影响。本文根据联合国粮农组织 FAO 提供的 1950—2010 年太平洋岛国的渔获生产统计数据,结合 Fishbase 提供的相关鱼种营养级(Trophic level, TL)以及 Sea Around Us Project 数据库提供的无脊椎动物营养级,探讨了 1950—2010 年澳大利亚、新西兰、基里巴斯和斐济等四国的渔获物平均营养级(Mean trophic level, MTL)的变化情况,以此判定各国海洋渔业资源可持续利用情况。结果表明:澳大利亚资源状况较好,尽管其 MTL 在 1950—1984 年以 0.09/10 年的速度下降,但通过剔除 TL 低于 3.25 的物种,从而排除生物量受环境影响而波动较大的植食动物、腐生生物和食浮游生物动物对 MTL 造成的影响,观察 TL 大于 3.25 渔获物平均营养级(^{3.25}Mean trophic level, ^{3.25}MTL)的变化情况,其^{3.25}MTL 在 1950—2010 年呈波动上升趋势,说明 MTL 的下降是由低营养级鱼种产量的增加所引起的。新西兰海洋渔业资源遭到了一定程度的破坏,尽管其 MTL 自 20 世纪 70 年代中期开始大幅上升,并在 1990—2010 年处于高水平上稳定波动,未出现明显的下降趋势;但在不统计 TL 低于 3.25 的物种情况下,其^{3.25}MTL 经过 1977—1980 年的加速上升以及 1981—1998 年的缓慢上升,在 1999—2010 年稳定下降并趋于平衡。从基里巴斯和斐济整个海域的营养指标变化情况来看,两国渔业资源状况较好,但将基里巴斯和斐济渔业分为外海渔业和沿岸渔业两类时,伴随产量的持续上升,两国的外海渔业 MTL 均未出现明显的降低,资源处于加速开发状态;而两国的沿岸渔业 MTL 在近年来均出现下降,资源被过度捕捞。为促进渔业的可持续发展,各国需加强对资源的动态监测与评估,以掌握捕捞活动下资源的变化情况。

关键词:太平洋岛国;可持续利用;渔获物平均营养级;渔获统计

Evaluation on Utilization State of Marine Fishery Resources of Pacific Islands Based on Catch Statistics

DING Qi¹, CHEN Xinjun^{1,2,3,4,*}, GENG Ting¹, HUANG Bo¹

1 College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China

2 National Engineering Research Center for Oceanic Fisheries, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China

3 Key Laboratory of Sustainable Exploitation of Oceanic Fisheries Resources, Ministry of Education, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China

4 Collaborative Innovation Center for National Distant-water Fisheries, Shanghai 201306, China

Abstract: Evaluation the exploitation state of fishery resources can provide a basis for rational utilization of resources. As an

基金项目:国家 863 计划(2012AA092303); 国家发改委产业化专项(2159999); 上海市研究生教育创新计划; 上海市科技创新行动计划(12231203900); 国家科技支撑计划(2013BAD13B01); 上海海洋大学市级大学生创新项目(B-5106-13-0002)

收稿日期:2014-10-22; 网络出版日期:2015- -

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xjchen@shou.edu.cn

ecosystem approach to fisheries management, trophic indicators have been widely adopted to measure the impact of fishing on an exploited ecosystem. Based on the catch data provided by Food and Agriculture Organization of the United Nations, integrating with trophic level of related fish species collected from Fishbase and trophic level of invertebrate provided by Sea Around Us Project database, in order to estimate the state of fishery resources of Pacific Islands, this paper analyzed the fluctuation on mean trophic level (MTL) of Australia, New Zealand, Kiribati and Fiji from 1950 to 2010. Results showed that although a marked decreasing trend in MTL of Australia at a rate of approximately 0.09 trophic levels per decade during 1950—1984, marine fishery resources in Australia were in relatively good condition. When we compute MTL based on time-series of data that exclude trophic levels lower than 3.25 (^{3.25} MTL) so that to eliminate herbivores, detritivores and planktivores whose biomass tends to vary widely in response to environmental factors. ^{3.25} MTL of Australia showed rising trend from 1950 to 2010, suggesting that the decline of MTL was in fact due to the sequential addition of newly exploited species of low trophic level to the multi-species. Fishery resources in New Zealand suffered from a certain degree of overfishing. Although MTL of New Zealand increased substantially since the middle 1970s and fluctuated at high levels during the period 1990—2010, showing no clear decreasing trend. When species whose trophic level is lower than 3.25 were excluded, ^{3.25} MTL of New Zealand first went through a rapid increasing process during the period 1977—1980 and a relatively slow rising process during the period 1981—1998, then ^{3.25} MTL of New Zealand had fallen steadily during the period 1999—2005, and tending towards stability from 2006 to 2010. According to the trophic indicators of Kiribati and Fiji, marine fishery resources in Kiribati and Fiji had not been overfished. But when broadly split this two region's fishery resources into two main categories: offshore and coastal. With the continued rise of catch, MTL of offshore fisheries in Kiribati and Fiji did not show a significant decreasing trend, indicating that offshore resources in Kiribati and Fiji were in a state of accelerated development. However, MTL of coastal fisheries in both countries showed a decreasing trend in recent years, coastal resources in Kiribati and Fiji were in a state of overfishing. In order to promote sustainable development of fishery resources, each country should strengthen resource monitoring and stock assessment so that to better assess the dynamic change of resources under fishing activities.

Key Words: pacific islands; sustainable utilization; mean trophic level; fishery statistics

由于捕捞技术的发展和市场需求的扩大,全球渔业自 20 世纪 50 年代开始由北大西洋和北太平洋为中心向南半球海域大规模扩张,致使目前超过 1/3 的全球渔业资源处于过度开发或衰退状态^[1-4],近年来以生态系统为基础的渔业管理方法与模式广泛运用于渔业管理中^[5]。Pauly 于 1998 年提出利用渔获物平均营养级 (MTL, mean trophic level) 评价捕捞对海洋生态系统的影响以及管理的有效性,其根据联合国粮农组织 (FAO) 提供的数据,通过研究发现,1950—1994 年全球平均营养级以 0.1/10 年的速度降低,渔获物从长寿命、高营养级鱼种逐步向短寿命、低营养级鱼种转变,该现象被称为“捕捞对象沿着海洋食物网向下移动”(FDFW, fishing down marine food webs)^[6]。这项研究成果开启了全球对营养动力学的关注与研究,而 MTL 作为衡量生物多样性水平和渔业可持续性的指标,被生物多样性公约、欧洲联盟、加勒比海大海洋生态系统计划等国际组织和团体所广泛采用^[7]。太平洋岛国渔业资源丰富,这里除澳大利亚、新西兰外,还包括中西太平洋中 14 个独立的国家和 8 个殖民地,在众多的中西太平洋岛国中,基里巴斯、斐济是不仅我国远洋渔业的重点,且其渔获数据相对较为全面。因此,本文以渔获物平均营养级作为评价渔业资源可持续利用的指标,根据 FAO 提供的渔获物统计数据,分析和评价 1950—2010 年澳大利亚、新西兰、基里巴斯和斐济海洋渔业资源开发利用情况,为渔业管理者宏观把握太平洋岛国渔业资源开发状态提供依据。

1 材料与方法

1.1 渔获量数据及营养级评估

本文的渔获量数据来自 FAO 网站 (<http://www.fao.org/fishery/Statistics/global-Capture-production/query/>)

en),以 ISSCAAP 分类方法下载,获得数据为 1950—2010 年各岛国在其所属 FAO 渔区的海洋捕捞量。相关物种的营养级取自 Fishbase 的 ISSCAAP 表 (<http://www.fishbase.org/report/ISSCAAP/ISSCAAPSearchMenu.php>),对于部分在 ISSCAAP 表中无法获取的海洋无脊椎动物营养级,由英属哥伦比亚大学和皮尤环境组织联合建立的 Sea Around Us Project Database(www.seaaroundus.org)提供。由于本文主要讨论渔业活动对主要渔业资源的影响,因此,一些分类不详的杂鱼类、水生植物、鲸、海豹和其他水生哺乳动物类均不在讨论范围内。

1.2 渔业生态系统指标

渔获物平均营养级由 Pauly 等^[6]的公式计算得出:

$$MTL_i = \frac{\sum_{ij} TL_j Y_{ij}}{\sum Y_{ij}} \quad (1)$$

式中: MTL_i 为*i*年的平均营养级, TL_j 是渔获种类*j*的营养级, Y_{ij} 是渔获种类*j*第*i*年的渔获量。

Caddy^[8]等认为,沿海区域的富营养化会增加低营养级的植食性鱼类资源量,从而导致 MTL 出现下降。为了排除生物量受环境影响而波动较大的植食动物、腐生生物和食浮游生物动物对平均营养级造成的影响,Pauly^[9]提出观测不统计 TL 低于 3.25 物种下的^{3.25}MTL 变化情况。

为了准确地观察不同营养级种类的产量变化情况,以掌握海洋生态系统的动态^[10],将所涉及的渔获种类按照营养级高低分为营养类别 1(TrC1:TL 为 2.00—3.00,含植食性、腐屑性、杂食性鱼类);营养类别 2(TrC2:TL 为 3.01—3.50,含中级肉食性鱼类)和营养类别 3(TrC3:TL; >3.51 ,含高级肉食性鱼类和顶级捕食者)三大类^[11-12]。该分析有助于监测海洋生态系统内的变化,高营养类别比重的降低表明海洋生态系统内可能发生了“FDFW”现象^[13]。

Pauly 等^[14]认为,要准确评估捕捞行为对渔业资源的影响,不仅仅依赖于渔获物平均营养级的变化,而且还需要考虑渔业均衡指数 FIB(fishing-in-balance index)。FIB 指数作为渔业管理中“营养级平衡”的指标,用于评估渔业是否处于生态平衡。其计算公式为:

$$FIB = \log[Y_i (\frac{1}{TE}) TL_i] - \log[Y_0 (\frac{1}{TE}) TL_0] \quad (2)$$

式中: Y_i 是*i*年的渔获量; TL_i 是*i*年的平均营养级; TE 是营养转化效率,本文设为 0.1^[15]; Y_0 和 TL_0 分别是指数标准化基准年的产量和平均营养级^[16],本文取 1950 年。当平均营养级的下降由产量的增加而抵消时,FIB 指数保持不变;当渔区扩张或底层效应发生时,FIB 指数升高;当渔业资源出现过度捕捞,导致生态系统结构与功能被破坏时,FIB 指数降低^[9]。

基里巴斯和斐济于 20 世纪 70 年代后才独立,海洋渔业资源开发较为特殊,本文根据 FAO 的研究报告,将其渔业大致分为外海渔业和沿岸渔业两大类,分别讨论两类渔业对资源变动的影响。外海渔业资源包括金枪鱼、鲭鱼和旗鱼等,它们具有开放的深海栖息地和广阔的个体运动范围;沿岸渔业资源包括各种有鳍鱼类和无脊椎动物,这些种类通常栖息在较浅的水层或底栖,个体活动通常在沿岸水域^[17]。

2 结果

2.1 澳大利亚

自 1950 年开始,澳大利亚海洋捕捞量呈现稳定的增长趋势,由 1950 年的 2 万 t,稳步增加至 1991 年的 20 万 t;之后,捕捞量波动在 15—21 万 t 之间(图 1a)。从渔获产量组成比重变化来看,1950—1984 年,TrC1 产量比重由 41%逐步增加至 53%,TrC2 产量比重稳定波动在 19%左右,而 TrC3 产量比重由 38%逐步下降到 26%;之后,TrC1 产量比重稳定下降至 36%,TrC2 产量比重波动上升至 35%左右,TrC3 产量比重在 28%—44%之间大幅波动(图 1b)。

MTL 在 1950—2010 年大体呈先下降后上升的趋势(图 1c),先由 1950 年的 3.27 逐步下降至 1984 年的 2.94;之后,大幅上升至 1990 年的 3.41,为历史最高值;1991—2010 年,MTL 波动在 3.14—3.34 之间。当仅统

计营养级大于 3.25 的渔获种类产量时(图 1c),^{3.25}MTL 在 1950—2010 年呈波动上升趋势,从 1950 年的 3.78 逐步上升至 2010 年的 3.96。FIB 指数呈先上升后稳定波动的趋势,由 1950 年的 0 波动上升至 1990 年的 0.97,为历史最高值;之后,稳定波动在 0.69—0.93 之间(图 1d)。

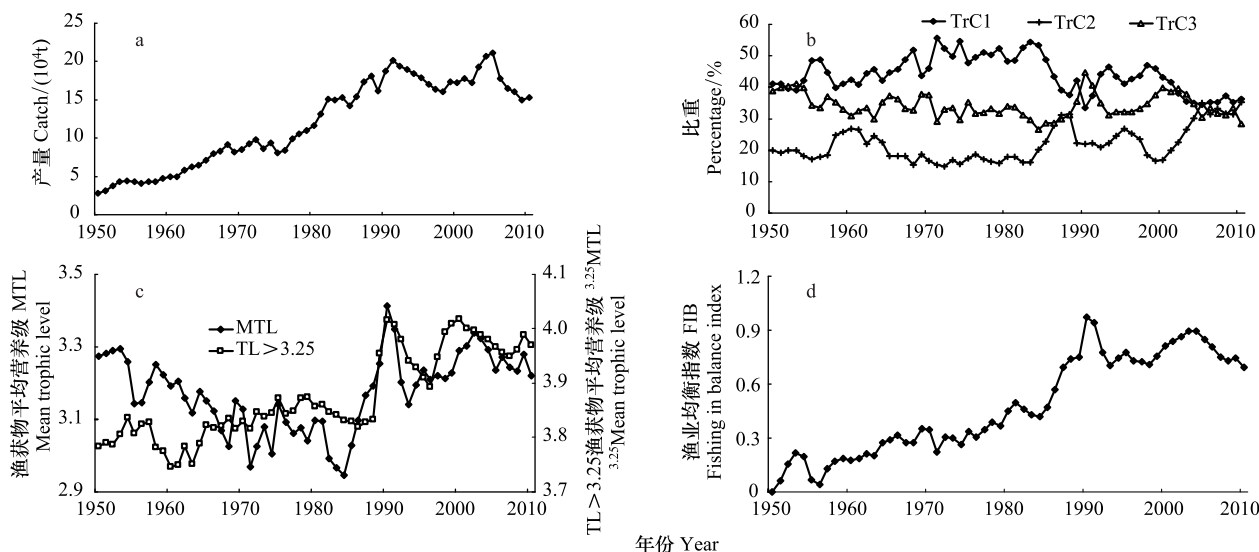


图 1 The catch distribution of marine capture (a), percentages of catch for different trophic groups (b), mean trophic level and mean trophic level of catch with high trophic level (TL>3.25) (c), FIB index (d) from New Zealand during the period 1950—2010

Fig. 1 The catch distribution of marine capture (a), percentages of catch for different trophic groups (b), mean trophic level and mean trophic level of catch with high trophic level (TL>3.25) (c), FIB index (d) from Australia during the period 1950—2010

TrC1: 营养类别 1; TrC2: 营养类别 2; TrC3: 营养类别 3

2.2 新西兰

1950—2010 年间,新西兰海洋捕捞量呈先增后减的趋势,经过 1950—1975 年的缓慢上升后(由 1950 年的 3 万 t 增加至 1975 年的 5 万 t),捕捞量大幅上升至 1998 年的 63 万 t,为历史最高值;之后,稳定下降,2010 年为 42 万 t(图 2a)。从渔获产量组成比重变化来看,1950—1976 年,三大类产量比重均稳定波动在 30% 左右;1977—1989 年,TrC3 所占产量比重逐步上升至 86%,而 TrC1 和 TrC2 的产量比重分别降低至 6% 和 7%;之后,TrC1 产量比重继续下降至 2%,而 TrC2 波动在 73%—86% 之间,TrC3 波动在 9%—24% 之间(图 2b)。

MTL 在 1950—1976 年稳定在 3.17 左右;之后,大幅上升至 1989 年的 3.96;并在 1990—2010 年波动在 3.85—4.06 之间(图 2c)。当仅统计营养级大于 3.25 渔获种类的产量时,^{3.25}MTL 在 1950—1976 年稳定在 3.60 左右,经过 1977—1980 年的加速上升以及 1981—1998 年的缓慢上升,^{3.25}MTL 在 1999—2005 年小幅下降,并在 2006—2010 年稳定在 4.02 左右(图 2c)。FIB 指数与捕捞量变化趋势大体一致,经过 1950—1975 年的缓慢上升后,1976—1998 年大幅上升至历史最高值,之后,逐渐下降并趋于平衡(图 2d)。

2.3 基里巴斯

基里巴斯海洋捕捞量呈波动上升趋势,1950—1979 年,捕捞量缓慢上升,且低于 1 万 t;1980—2010 年,捕捞量大幅波动上升,2010 年为 4 万 t(图 3a)。从渔获产量组成比重变化来看,1950—1979 年,资源处于未充分开发状态,各大类比重基本保持稳定;1980—2010 年,TrC3 产量比重由 65% 增加至 89%,而 TrC2 产量比重由 33% 下降至 2%(图 3b)。

1950—1953 年渔获物仅有笛鲷科鱼类;1954—1979 年,MTL 稳定在 3.7 左右;1980—2010 年,MTL 呈先波动下降后逐步上升的趋势,2010 年达到历史最大值 4.15(图 3c)。当仅统计营养级大于 3.25 渔获种类的产量时,^{3.25}MTL 在 1980—2010 年呈稳定上升趋势,由 1980 年的 3.80 大幅上升至 2010 年的 4.31,为历史最高值(图 3c)。FIB 指数在 1950—2010 年稳定上升,并在 2010 年达到历史最大值 2.13(图 3d)。

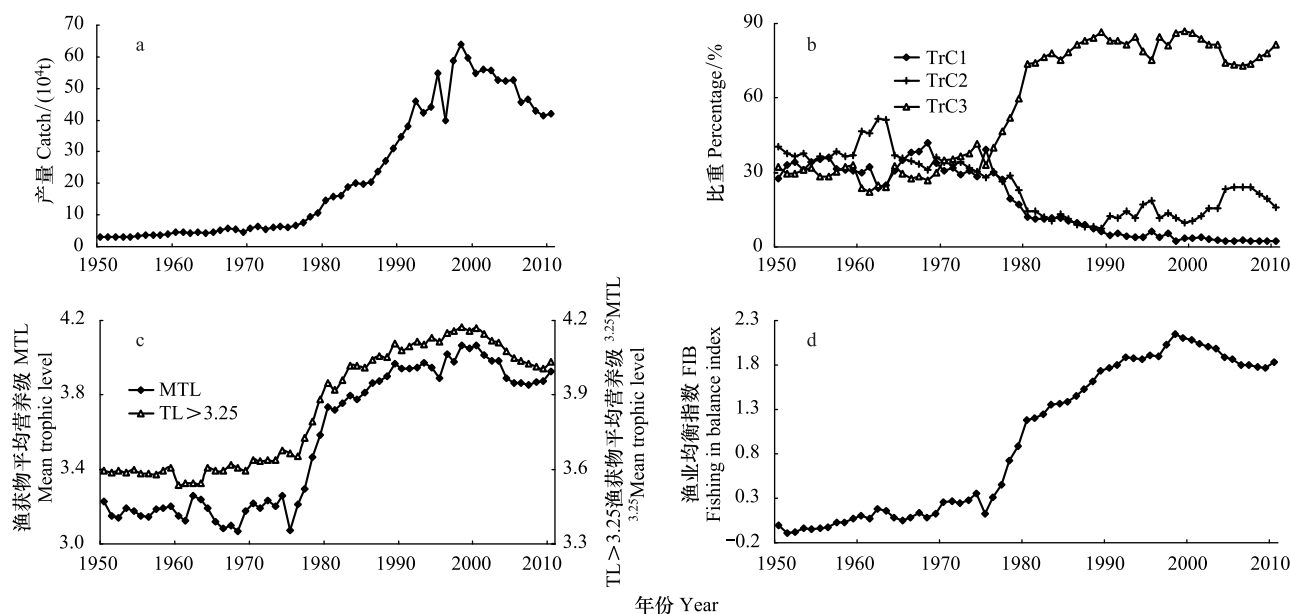


图2 1950—2010年新西兰的海洋捕捞量(a)、各类渔获产量所占比重(b)、渔获物平均营养级及高营养级渔获物(TL>3.25)平均营养级(c)、渔业均衡指数FIB(d)变化图

Fig. 2 The catch distribution of marine capture (a), percentages of catch for different trophic groups (b), mean trophic level and mean trophic level of catch with high trophic level (TL>3.25) (c), FIB index (d) from New Zealand during the period 1950—2010

当将其渔业大致分为外海渔业和沿岸渔业两大类时,外海渔业主要渔获种类包括黄鳍金枪鱼(*Thunnus albacares*)和鲣鱼(*Katsuwonus pelamis*),其捕捞量自20世纪80年代开始大幅上升,2010年为3.8万t;而沿岸渔业捕捞量经过1982—1987年的逐步上升,1988—2003年基本稳定在2.4万t,之后,稳定下降至2010年的0.5万t(图3e)。从两类渔业的MTL来看,由于黄鳍金枪鱼(TL为4.34)和鲣鱼(TL为4.35)产量占外海渔业总捕捞量的90%以上且两者的营养级相近,导致外海渔业MTL在1970—2010年稳定波动于4.34—4.35之间;而沿岸渔业MTL在1981—2007年稳定波动在3.33左右,之后,大幅下降至2010年的2.71(图3f)。

2.4 斐济

斐济海洋捕捞量在1950—1969年增长缓慢,由1950年的0.09万t增加至1969年的0.2万t;之后,产量大幅上升至1979年的1.8万t;并在1980—2010年稳定波动在1.4—3.5万t之间(图4a)。从渔获产量组成比重变化来看,1950—1969年,TrC1、TrC2和TrC3产量比重分别稳定波动在23%、16%、61%左右;之后,TrC3产量比重增加至88%,而TrC1和TrC2产量比重分别下降至8%和4%(图4b)。

MTL在1950—2010年大体呈逐渐上升趋势,且年间波动较大,由1950年的3.33逐步上升至2010年的4.08(图4c)。当仅统计营养级大于3.25渔获种类的产量时,^{3.25}MTL在1950—1969年稳定在3.68左右;之后,稳定上升至2010年的4.25(图4c)。FIB指数自1950年开始呈稳定增长趋势,由1950年的0稳步增加到2010年的2.04(图4d)。

当将其渔业大致分为外海渔业和沿岸渔业两大类时,外海渔业渔获统计数据开始于1970年,且1970—1972年仅仅有康氏马鲛(*Scomberomorus commerson*),外海捕捞量由1970年的0.01万t波动上升至2010年的1.3万t;而沿岸渔业捕捞量经过1950—1978年的缓慢上升,1979—2002年捕捞量稳定波动在1.6万t左右,之后,捕捞量大幅下降并稳定在0.48万t(图4e)。从两类资源的MTL来看,外海渔业MTL在1973—1999年稳定在4.38左右,之后,由于长鳍金枪鱼(*Thunnus alalunga*)产量的上升,MTL小幅下降至2010年的4.33;沿岸渔业MTL在1950—1969年稳定在3.32左右,之后,波动上升至1994年的3.44,1995—2010年MTL波动在2.98—3.33之间(图4f)。

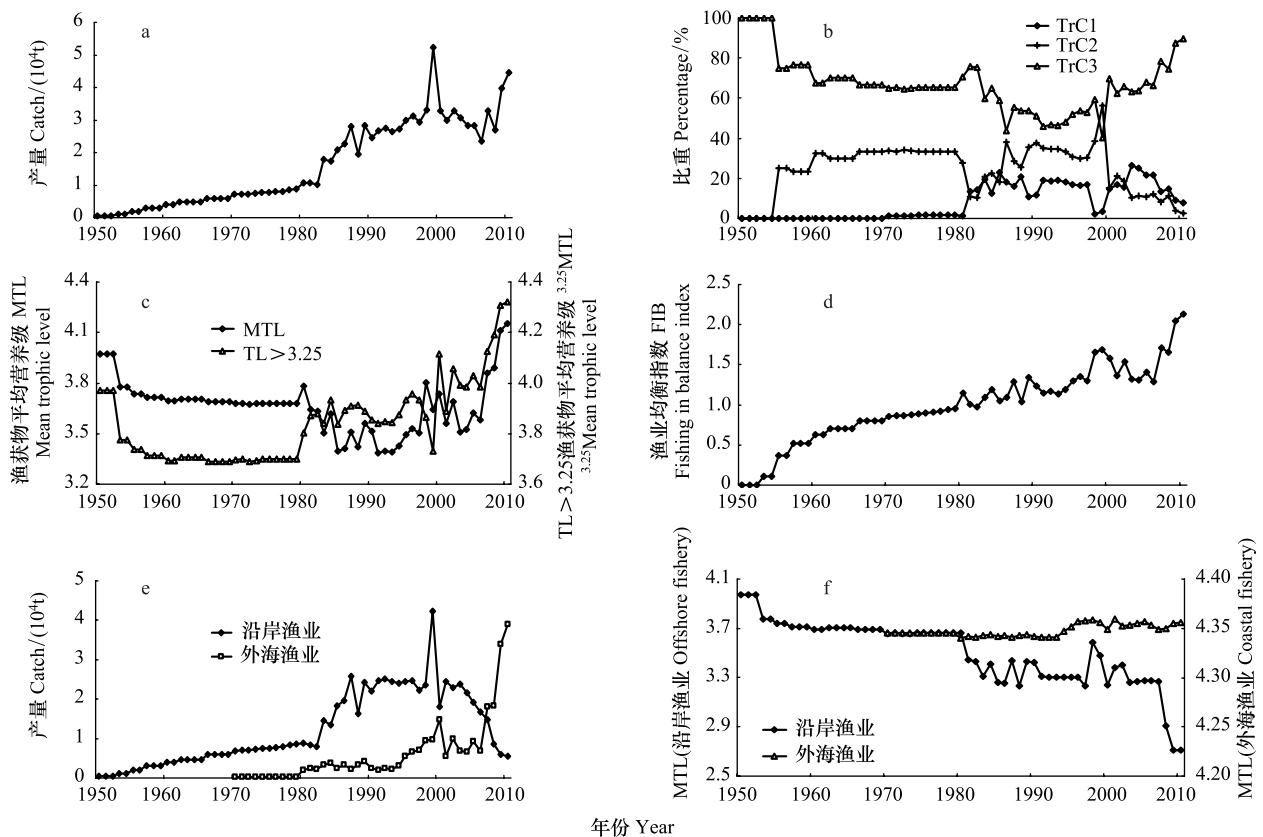


图3 1950—2010年基里巴斯的海洋捕捞量(a)、各类渔获产量所占比重(b)、渔获物平均营养级及高营养级渔获物($TL > 3.25$)平均营养级(c)、渔业均衡指数FIB(d)、沿岸渔业和 offshore 渔业海洋捕捞产量(e)、沿岸渔业和 offshore 渔业渔获物平均营养级(f)变化图

Fig. 3 The catch distribution of marine capture (a), percentages of catch for different trophic groups (b), mean trophic level and mean trophic level of catch with high trophic level ($TL > 3.25$) (c), FIB index (d), catch of coastal and offshore fisheries (e), mean trophic level of coastal and offshore fisheries (f), from Kiribati during the period 1950—2010

3 讨论与分析

捕捞活动作为人类对水域生态系统最广泛的开发行为,对局部种群及它们的栖息生境具有负面效应,过度捕捞会导致渔业资源衰退甚至衰竭,并通过营养级联效应(trophic cascading)直接影响整个生态系统的结构和功能^[18]。在生态系统研究中,对渔获物的调查是研究鱼类群落的主要途径,渔获物的平均营养级可以视为鱼类群落的平均营养级,用来说明该生态系统内群落格局的变动,从而判断人类捕捞行为对海洋生态系统的影响^[6]。

澳大利亚拥有世界上第三大海洋专属经济区,渔业资源丰富,尽管其捕捞量仅位于世界第五十位左右^[19],但其海产品的经济价值普遍较高。从营养指标的变化情况来看,澳大利亚资源状况较好,未遭到过度开发。尽管 MTL 以 0.09/10 年的速度在 1950—1984 年下降,但剔除生物量受环境影响而波动较大的低营养级物种($TL < 3.25$)后,澳大利亚^{3.25}MTL 并未出现下降,而呈波动上升趋势,说明 MTL 的下降是由低营养级鱼种产量的增加所引起的,海洋生态系统的平衡结构未遭到破坏。1985—1990 年 MTL 大幅上升并在 1990 年达到历史最高值,是高营养级的大西洋胸棘鲷(*Hoplostethus atlanticus*)产量异常上升所导致,在剔除该物种后,MTL 在 1985—2010 年稳步上升。从 FIB 指数的变化来看,1950—1984 年,伴随产量的稳步上升和 MTL 的降低,FIB 指数稳定上升,捕捞产量的增加弥补了平均营养级的降低,渔业处于加速开发状态;1985—1990 年,由于大西洋胸棘鲷产量的大幅上升,FIB 指数随着捕捞产量与 MTL 的增加而大幅上升;1991—2010 年,伴随捕捞产量和 MTL 处于高水平稳定波动,FIB 稳定波动在 0.69—0.93 之间,资源管理得到加强,海洋生态系统基

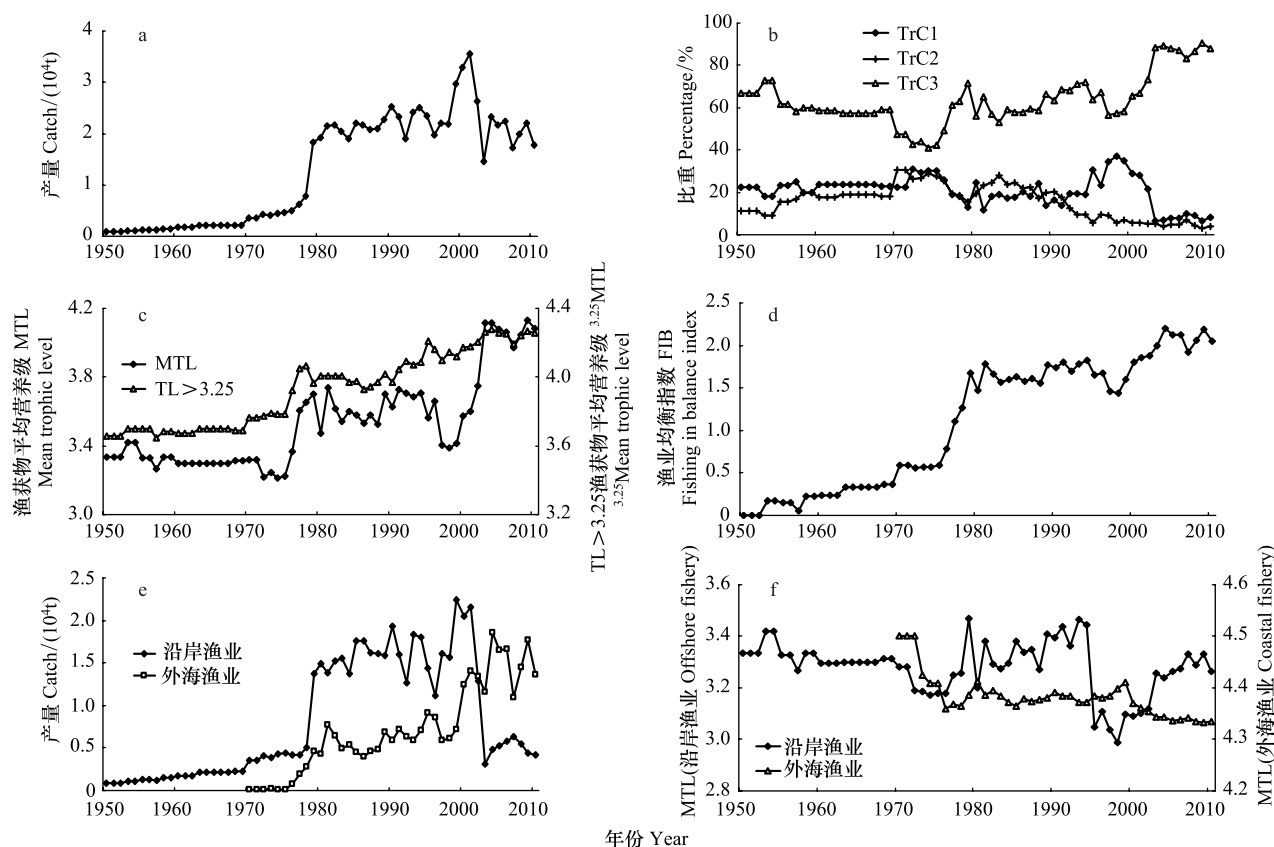


图4 1950—2010年斐济的海洋捕捞量(a)、各类渔获产量所占比重(b)、渔获物平均营养级及高营养级渔获物(TL>3.25)平均营养级(c)、渔业均衡指数FIB(d)、沿岸渔业和外海渔业海洋捕捞产量(e)、沿岸渔业和外海渔业渔获物平均营养级(f)变化图

Fig. 4 The catch distribution of marine capture (a), percentages of catch for different trophic groups (b), mean trophic level and mean trophic level of catch with high trophic level (TL>3.25) (c), FIB index (d), catch of coastal and offshore fisheries (e), mean trophic level of coastal and offshore fisheries (f), from Fiji during the period 1950—2010

本维持稳定。澳大利亚在渔业管理中通常被作为良好的示范,其渔业生产由联邦政府和州政府共同管理,且渔业管理信息化程度较高,船舶监控系统、海洋环境与资源信息系统、配额管理及互动式语音报告系统在其渔业管理中得到广泛且有效地利用^[20]。

新西兰是世界上最早实行渔业资源个人可转让渔获配额(ITQ)制度的国家^[21],其海洋捕捞量约占世界总捕捞量的1%。从渔获物平均营养级的变化情况,我们可以清楚地看到:新西兰近海渔业大体经历了开发不足、加速开发、过度开发和资源管理四个阶段,1950—1976年,伴随产量的缓慢上升,MTL稳定波动在3.17附近,资源开发不足;1977年新西兰宣布建立200海里专属经济区,此规定大大拓展了其渔业作业海域,将很多原先外国渔船作业的近海渔业资源纳入其管辖范围,大大促进了新西兰本国渔业的发展,MTL在1977—1989年大幅上升,资源得到加速开发;1990—2010年,尽管MTL未出现明显的下降趋势,但^{3.25}MTL在1999—2005年小幅下降,并在2006—2010年维持稳定,说明新西兰渔业资源遭到了一定程度的过度开发,且其资源衰退现象在近年来得到一定程度的恢复,目前处于资源管理阶段。FIB指数的变化情况也进一步论证了新西兰近海渔业的发展过程,FIB指数经过1950—1976年的缓慢波动上升,在1977—1989年随着MTL和产量的增加而大幅上升,作业区域大幅扩张;1990—1998年,伴随产量的上升和平均营养级的小幅波动,FIB指数小幅上升,虽然捕捞产量的增加基本弥补了平均营养级的降低,但渔业资源群落结构已发生变化;1999—2010年,FIB指数随着产量的下降呈先下降后趋于平衡的趋势,海洋生态系统的平衡结构在近年来未遭到进一步破坏。新西兰的渔业管理是在1996年颁布的《渔业法》下实施的,《渔业法》为其配额管理系统提供了法律框架,对配额的分配资格、条件、方法等均做出了规定。目前新西兰配额管理系统中包括100种渔获种类,有研

究表明,在 2010 年,其中 14 种渔获种类被认为处于过度捕捞状态^[20],为了保证资源的可持续开发,新西兰对这些过度捕捞的种群采取了降低总可捕捞量 TAC 和建立海洋保护区等管理措施,以使其恢复至目标水平。

基里巴斯是世界上最不发达国家之一,其在 1979 年才宣布独立,渔业不仅在其食物供应和就业方面至关重要,也是其国家的主要经济来源。从整个海域的营养指标变化情况来看,基里巴斯渔业资源处于加速开发状态,未出现过度捕捞,伴随产量的波动上升,MTL 和 FIB 指数均波动上升。但是,当将其渔业分为外海渔业和沿岸渔业两类时,研究发现,外海渔业处于加速开发状态,产量在近年来大幅上升,但 FAO 研究发现,中西太平洋黄鳍金枪鱼存在过度捕捞的可能性(6.2%)^[17],需加强对黄鳍金枪鱼资源的养护;而沿岸渔业产量和 MTL 在近年来均出现下降,海洋生态系统中发生“捕捞对象沿着海洋食物网向下移动”现象。

斐济是中西太平洋岛国中经济实力较强、经济发展较好的国家,1970 年才宣布独立,并成为英联邦成员。由于金枪鱼类的加速开发,斐济 MTL 自 1970 年开始大幅波动上升,而海洋捕捞量经过 1970—1979 年的稳定上升,在 1980—2010 年基本维持稳定,并未呈上升趋势。当将其渔业大致分为外海渔业和沿岸渔业两大类时,外海渔业处于加速开发状态,资源未出现明显的过度捕捞状态;而沿岸渔业经过 1970—1994 年的加速开发,海洋生态系统在 1995—2010 年有遭到一定程度破坏的迹象,MTL 处于较低水平波动,FAO 对中西太平洋 22 个岛国渔业资源进行调查也发现中西太平洋岛国沿岸渔业资源被高强度开发,有过度捕捞的迹象^[17]。

监测和探索海洋生态系统的长期变化趋势目前已成为备受关注的世界性议题。海洋生态系统营养动力变化机制是揭示整个系统变化过程的至关重要的内容^[22],而营养级是营养动力学的核心概念,是揭示生态系统结构和功能的基础^[23]。尽管营养指标的解释较为主观,且目前国内外也未建立根据这些指标所获得结果的参考点和极限值,但鉴于我们所考察的是指标变化趋势,而不是某特定值,所以能够通过观察海域 MTL 的变化趋势来实现其生态系统状态的评价^[24]。

渔获物平均营养级能够较为快速且简便的观察生态系统的动态变化,其数值的波动不仅能够反映海洋生态系统的多种信息,量化“捕捞对象沿着海洋食物网向下移动”的过程,同时可以利用已知渔获数据来分析,且参数化较为简便,能够实现特定海域与全球其他海域渔业资源可持续利用的比较^[7,24],是揭示生态系统动态变化规律的重要途径。综合分析渔获物平均营养级及其渔获组成的变化情况,本研究认为,除澳大利亚外,新西兰、基里巴斯和斐济海洋渔业资源均遭到了一定程度的破坏。尽管从整体来看基里巴斯和斐济海洋渔业资源状况较好,但两国的沿岸渔业资源均存在过度捕捞的迹象,为了促使渔业的可持续发展,政府需加强对资源的监测,以掌握捕捞活动作用下的鱼类群落结构的实际变动状况,加强对资源的保护与管理。

参考文献(References):

- [1] Garcia S M, Grainger R J R. Gloom and doom? The future of marine capture fisheries. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2005, 360(1453): 21-46.
- [2] Fisheries FAO Aquaculture Department. The state of world fisheries and aquaculture, Rome: FAO, 2012: 3-87.
- [3] Branch T A, Jensen O P, Ricard D, Ye Y, Hilborn R. Contrasting global trends in marine fishery status obtained from catches and from stock assessments. *Conservation Biology*, 2011, 25(4): 777-786.
- [4] Hutchings J A, Minto C, Ricard D, Baum J K, Jensen O P. Trends in the abundance of marine fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2010, 67(8): 1205-1210.
- [5] Pikitch E K, Santora C, Babcock E A, Bakun A, Bonfil R, Conover D O, Dayton P, Doukakis P, Fluharty D, Heneman B, Houde E D, Link J, Livingston P A, Mangel M, McAllister M K, Pope J, Sainsbury K J. Ecosystem-based fishery management. *Science*, 2004, 305(5682): 346-347.
- [6] Pauly D, Christensen V, Dalsgaard J, Froese R, Torres F. Fishing down marine food webs. *Science*, 1998, 279(5352): 860-863.
- [7] Foley C M R. Management implications of fishing up, down, or through the marine food web. *Marine Policy*, 2013, 37: 176-182.
- [8] Caddy J F, Csirke J, Garcia S M, Grainger R J R. How pervasive is "fishing down marine food webs"? *Science*, 1998, 282(5393): 1383-1383.
- [9] Pauly D, Watson R. Background and interpretation of the 'Marine Trophic Index' as a measure of biodiversity. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2005, 360(1454): 415-423.
- [10] Pauly D, Christensen V, Guénette S, Pitcher T J, Sumaila U R, Walters C J, Watson R, Zeller D. Towards sustainability in world fisheries. *Nature*, 2002, 418(6898): 689-695.

- [11] Vivekanandan E, Srinath M, Kuriakose S. Fishing the marine food web along the Indian coast. *Fisheries research*, 2005, 72(2): 241-252.
- [12] Jaureguizar A J, Milessi A C. Assessing the sources of the fishing down marine food web process in the Argentinean-Uruguayan Common Fishing Zone. *Scientia Marina*, 2008, 72(1): 25-36.
- [13] Caddy J F, Garibaldi L. Apparent changes in the trophic composition of world marine harvests; the perspective from the FAO capture database. *Ocean & Coastal Management*, 2000, 43(8): 615-655.
- [14] Pauly D, Christensen V, Walters C. Ecopath, Ecosim, and Ecospace as tools for evaluating ecosystem impact of fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 2000, 57(3): 697-706.
- [15] Pauly D, Christensen V. Primary production required to sustain global fisheries. *Nature*, 1995, 374(6519): 255-257.
- [16] Cury P M, Shannon L J, Roux J P, Daskalov G M, Jarre A, Moloney C L, Pauly D. Trophodynamic indicators for an ecosystem approach to fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 2005, 62(3): 430-442.
- [17] Gillett R. Marine fishery resources of the Pacific Islands. Rome: FAO, 2010:1-58.
- [18] Scheffer M, Carpenter S, Young B. Cascading effects of overfishing marine systems. *Trends in Ecology & Evolution*, 2005, 20(11): 579-581.
- [19] Food and agriculture Organization of the United nations. The State of the World Fisheries and Aquaculture 2010. Rome: FAO, 2010:13-21.
- [20] Marine Resources Service (United Nations). Review of the State of World Marine Fishery Resources. Rome: FAO, 2011: 3-290.
- [21] Lock K, Leslie S. New Zealand's quota management system; a history of the first 20 years. New Zealand: Motu Economic and Public Policy Research, 2007:1-73
- [22] Reid K, Croxall J P. Environmental response of upper trophic-level predators reveals a system change in an Antarctic marine ecosystem. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 2001, 268(1465): 377-384.
- [23] Lindeman R L. The trophic-dynamic aspect of ecology. *Ecology*, 1942, 23(4): 399-417.
- [24] Pennino M G, Bellido J M, Conesa D, López-Quílez A. Trophic indicators to measure the impact of fishing on an exploited ecosystem. *Animal Biodiversity and Conservation*, 2011, 1(34):123-131.