

孙颖, 彭俊豪, 谭振耀, 等. 底拖网作业对珠江口香港海域底层鱼类的影响[J]. 广东海洋大学学报, 2020, 40 (1): 64-68.

底拖网作业对珠江口香港海域底层鱼类的影响

孙 颖¹, 彭俊豪¹, 谭振耀¹, 陈金满¹, 余书生¹, 刘 敏²

(1. 中港生态顾问有限公司, 香港特别行政区 新界; 2. 厦门大学海洋与地球学院, 福建 厦门 361102)

摘要:【目的】研究底拖网作业对珠江口香港海域底层鱼类的影响。【方法】根据 2007—2009 年及 2014—2016 年在珠江口香港海域进行的定点底拖网调查数据, 分析该海域在禁止底拖网捕捞实施前后鱼类种类组成及生物量和生态多样性指数, 评估 5 种典型底层鱼类资源的变化。【结果与结论】该海域捕获鱼类种类数在禁止底拖网作业后明显增加, 鱼类种类数量从 44 种升至 73 种。种类丰富度指数 D 变化范围为: 2007 至 2009 年, 4.937 ~ 5.711, 2014 至 2016 年, 6.559 ~ 7.074; 多样性指数 H' 变化范围为: 2007 至 2009 年, 1.945 ~ 2.841, 2014 至 2016 年, 2.220 ~ 2.381; 均匀度指数 J 变化范围为: 2007 至 2009 年, 0.539 ~ 0.776, 2014 至 2016 年, 0.557 ~ 0.600。卵蜆 *Solea ovata*、韦式羊舌鲂 *Arnoglossus waitei*、尖嘴魮 *Dasyatis zugei* 这 3 种底层鱼类禁止底拖网实施后在数量 (number) 和生物量 (biomass) 上都增幅明显。不同站位数量和生物量的数值在“禁拖令”实施后也都有所增加, 其中以站位 2 (大屿山以北, 较靠近香港国际机场海域) 增加最为显著。

关键词: 底拖网作业; 底层鱼类; 香港水域; 珠江口

中图分类号: S968.22

文献标志码: A

文章编号: 1673-9159 (2020) 01-0064-05

doi: 10.3969/j.issn.1673-9159.2020.01.009

Impact of Trawling on Demersal Fishery Resources of the Pearl River Estuary Near Hong Kong Waters

SUN Jie¹, PENG Jun-hao¹, TAN Zhen-yao¹, CHEN Jin-man¹, SHE Shu-sheng¹, LIU Min²

(1. China Hong Kong Ecology Consultant Company, Hong Kong, China//

2. College of Ocean and Earth Sciences, Xiamen University, Xiamen 361102, China)

Abstract:【Objective】Study the impact of trawling on the demersal fishery resources of the Pearl River Estuary near Hong Kong waters. 【Method】This paper analyzed the fish species diversity, and their abundance and biomass, and evaluated the changes of resources of five demersal fishes prior (2007—2009) and after (2014—2016) the trawling ban. 【Result】The average number of fish species increased largely from 44 to 73, prior to after the implementation of trawling ban. The richness index was from 4.937 to 5.711 in 2007—2009, and from 6.559 to 7.074 in 2014—2016. The diversity index was from 1.945 to 2.841 in 2007—2009, and from 2.220 to 2.381 in 2014—2016. Besides, the evenness index was from 0.539 to 0.776 in 2007—2009, and from 0.557 to 0.600 in 2014—2016. The number and biomass of *Solea ovata*, *Arnoglossus waitei* and *Dasyatis zugei* changed in a wide range from 2014 to 2016. At different survey stations, the number and biomass also increased obviously, especially station 2 which located on the north of Lantau Island and near the Hong Kong International Airport.

收稿日期: 2019-06-11

作者简介: 孙颖 (1986—), 女, 硕士, 生态顾问, 主要从事生态调查、评估、研究及监测工作。E-mail: ecology2002@netvigatator.com

【 Conclusion 】 The results from the present study indicated that there were partially effect on growth performance of fishery resources after the trawling ban conducted .

Key words: bottom trawl survey; demersal fishery; Hong Kong Waters; the Pearl River Estuary

过度捕捞、海洋环境及渔业资源退变是近几十年来全球许多国家面对的困境。Gianni^[1]在 2004 年向世界自然基金会 (WWF)、世界自然保护联盟 (IUCN)、美国自然资源保护委员会 (NRDC) 及保护国际基金会 (Conservation International) 提交“公海底拖网渔业及其对脆弱深海生态系统生物多样性的影响”研究报告,指出底拖网渔业对深海生态系统的破坏及管理上的缺陷,建议联合国大会采取措施停止公海底拖网渔业。

香港陆地面积较小,但海岸线相对长,海洋资源丰富^[2]。因受城市发展、填海需求、海洋捕捞等影响,过去半个世纪以来,海洋环境及资源的退变日益突显。香港特区政府及有关环保组织已提出和实施多种应对举措以舒缓环境压力,其中包括立法实施环境评估,建立海洋保护区等。鉴于传统底拖网作业方式的选择性较差,对海洋资源损耗大,为保护海洋生物资源和海洋生态环境,使遭受损害的海床及海洋资源得以恢复,香港特区政府于 2012 年 12 月 31 日起禁止底拖网(包括双拖、单拖、虾拖和掺网)渔船在香港水域从事捕捞作业^[3]。有关香港实施禁止底拖网作业以来海洋生物资源恢复状况的研究并不完善。本研究对 2007—2009 年及 2014—2016 年珠江口香港海域定点底拖网调查鱼类资料进行分析比较,以期对香港海域渔业及海洋生态保护与可持续发展管理提供参考依据。

1 调查方法

1.1 调查区域

香港位于 114°15'E、22°15'N,本次调查区域位于珠江口香港海域大屿山以北(图 1)。

1.2 调查方法

调查船为长 23 m、宽 13 m 的虾拖渔船,调查网具网口高度 1.5 m,囊网网目 2.5 cm。调查时间为 2007—2009 年的每年 7 月和 2014—2016 年的每年 7 月,共设 3 个拖网站位,站位位置如图 1 所示,每个站位有 5 个平行组。调查时根据 DGPS 全球定位系统导航至预定站位进行采样,每网拖 10 min,平均拖速约为 3~4 kn。调查作业时,现场记录每个

站位的采样时间、生物种类、数量及重量,部分样品冷冻保存于实验室进行分类称质量,分类主要参照文献[4-5]和[6-7]。

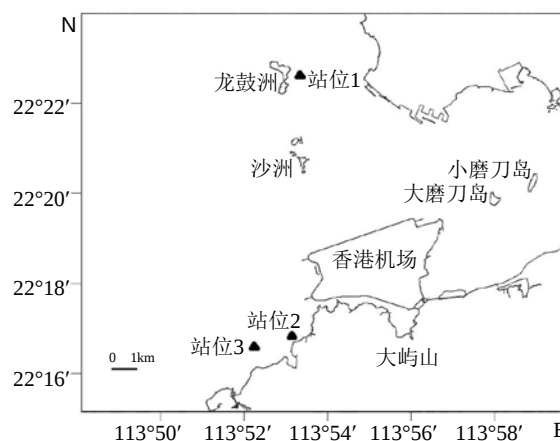


图 1 调查海域地理位置

Fig. 1 The location of survey area

1.3 数据分析

每个站位拖网调查所得的 5 组数据进行整合,作鱼类捕获数量、生物量、种类数量和群落多样性分析,以及 5 种目标鱼类数量、生物量的统计计算。数据分析采用 Excel 和 PRIMER7 统计软件获得。由于不同种类及同种类个体间的差异,文中选用生物量计算鱼类群落物种多样性^[8]。

种类丰富度指数: $D = (S-1)/\ln W$; Shannon 多样性指数: $H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$; 种类均匀度指数: $J = H' / \ln S$ 。

式中, S 为种类数; W 为总渔获质量 (g); p_i 为 i 种鱼占总渔获质量的比例。

2 结果与分析

2.1 种类组成

本海域属于亚热带沿岸水域,主要以暖水性底层鱼类为主。根据调查统计,各年采集到的鱼类种类平均数如图 2 所示,2014、2015 和 2016 年鱼类种类数 ($N = 70 \sim 73$) 明显高于 2007、2008 和 2009 年 ($N = 44 \sim 50$)。

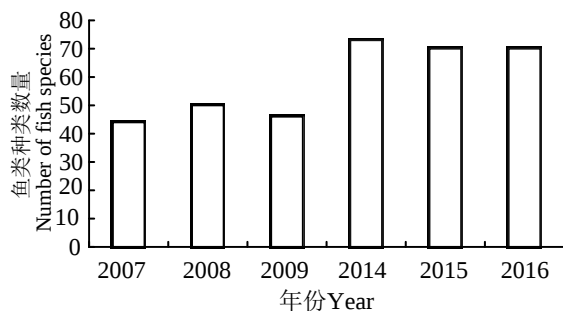


图 2 不同年份鱼类种类数量

Fig. 2 The number of bottom fish species in each year

2.2 多样性指数

鱼类群落种类丰富度指数 D 、Shannon 多样性指数 H 和种类均匀度指数 J 如表 1 所示, 种类丰富度指数 D 变化范围为: 2007 至 2009 年 4.937 ~ 5.711, 2014 至 2016 年 6.559 ~ 7.074, 其中 2007 年最低, 2014 年最高; 均匀度指数 J 变化范围为: 2007 至 2009 年 0.539 ~ 0.776, 2014 至 2016 年 0.557 ~ 0.600, 其中 2016 年最低, 2008 年最高; 多样性指数 H 变化范围为: 2007 至 2009 年 1.945 ~ 2.841, 2014 至 2016 年 2.220 ~ 2.381, 2009 年最低, 2008 年最高。

表 1 各年份多样性指数

年份 Year	丰富度 Richness index	均匀度 Evenness index	多样性指数 Diversity index
2007	4.937	0.735	2.613
2008	5.711	0.776	2.841
2009	5.239	0.539	1.945
2014	7.074	0.557	2.220
2015	6.559	0.600	2.381
2016	6.983	0.583	2.291

2.3 5 种底层鱼类资源量

以 5 种常见典型底层鱼类为代表, 其中少鳞舌鲷 *Cynoglossus arel*、卵鲷 *Solea ovata* 为辐鳍鱼纲鲷形目鲷科鲷属鱼类、韦式羊舌鲷 *Arnoglossus waitei* 属于辐鳍鱼纲鲷形目鲷科羊舌鲷属, 赤鲷 *Dasyatis akajei* 和尖嘴鲷 *Dasyatis zugei* 属于软骨鱼纲燕鲷目鲷科鲷属。计算禁拖令生效 (2012 年 12 月) 前后 5 种鱼类在数量和生物量上变动情况 (图 3 和图 4)。从图中可以看出, 卵鲷、韦式羊舌鲷和尖嘴鲷在数量上增幅明显, 并且卵鲷、韦式羊舌鲷、赤鲷和尖嘴鲷在生物量上增加更为显著。对禁止底拖网前后不同鱼类数量和生物量进行配对样品 t 检验, 结果显示禁止底拖网前后这 5 种底层鱼类在数量上无显著差异 ($P > 0.05$), 但生物量在禁止底拖网实施前后存在显著差异 ($P < 0.05$)。

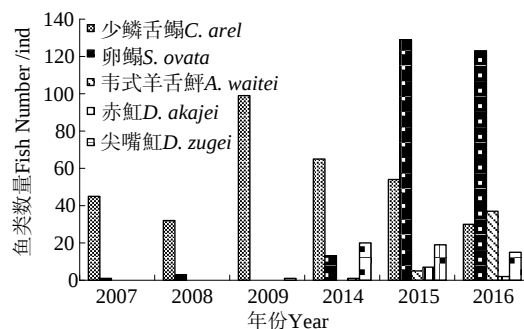


图 3 不同年份 5 种鱼类数量比较

Fig. 3 The comparison of number from five species in each year

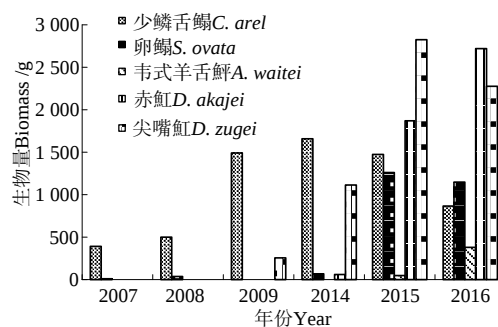


图 4 不同年份 5 种鱼类生物量比较

Fig. 4 The comparison of biomass from five species in each year

2.4 5 种底层鱼类所占百分比的变化

每个种类在各年总渔获量中占比和出现频率见表 2。少鳞舌鲷 *C. arel* 在各年均有出现, 在禁止底拖网实施前为优势种; 卵鲷 *S. ovata* 仅在 2009 年没有出现, 并且在总渔获量中所占比列在禁止拖网实施后明显增加; 韦式羊舌鲷 *A. waitei* 和赤鲷 *D. akajei* 在 2007—2009 年均未发现, 尖嘴鲷 *D. zugei* 只在 2009 年有少量记录, 但在禁止底拖网实施后的 2014—2016 年每年均有发现。其中, 卵鲷 *S. ovata*、韦式羊舌鲷 *A. waitei* 及尖嘴鲷 *D. zugei* 所占比例显著上升, 至 2016 年, 卵鲷 *S. ovata* 数量占鱼类总数的百分比升至 9.56%; 韦式羊舌鲷 *A. waitei* 比例升至 2.87%; 尖嘴鲷 *D. zugei* 所占数量比例也升至 1.17%。

表 2 珠江口香港海域禁止底拖网前后

5 种底层鱼类各年占比和出现频率

Table 2 Five species of bottom fish composition by number percentage and occurrence frequency before and after trawling ban in surveyed area

种类	2007	2008	2009	2014	2015	2016	出现频率/%
少鳞舌鲷 <i>C. arel</i>	4.51	4.12	10.27	3.62	1.95	2.33	100
卵鲷 <i>S. ovata</i>	0.10	0.38	0	0.72	4.65	9.56	83
韦式羊舌鲷 <i>A. waitei</i>	0	0	0	0	0.18	2.87	33
赤鲷 <i>D. akajei</i>	0	0	0	0.06	0.25	0.16	50
尖嘴鲷 <i>D. zugei</i>	0	0	0.10	1.11	0.68	1.17	67

2.5 不同站位的分布

研究该海域不同拖网站位鱼类资源变化发现(表 3),各站位数量和生物量的数值在禁拖令实施后都有所增加,但增幅各不相同,其中以站位 2 (大

屿山以北,较靠近香港国际机场海域)增加最为显著。根据统计也可看出,在生物量和栖息密度都达到相对较高水平后,鱼类种群数量随之减少,趋于和空间资源、食物资源等平衡。

表 3 不同区域鱼类资源量
Table 3 The amount of bottom fish resources in different stations

年份 Year	站位 1 Station 1		站位 2 Station 2		站位 3 Station 3	
	数量 Number/ 尾	生物量 Biomass/ g	数量 Number/ 尾	生物量 Biomass/ g	数量 Number/ 尾	生物量 Biomass/ g
2007	315	4 191	231	3 200	451	4 436
2008	180	2 245	333	4 765	263	3 559
2009	177	1 860	462	12 180	325	6 779
2014	506	10 725	832	10 528	456	7 756
2015	392	9 765	1 657	35 594	725	15 965
2016	188	6 888	582	14 666	517	7 638

3 讨论

3.1 禁止底拖网对调查海域鱼类种类组成的影响

根据统计结果,2014—2016 年捕获鱼类种类数为 70~73,这与 2012 至 2013 年在赤腊角(香港机场)以北及以西海域进行的香港国际机场第三跑道渔业评估拖网调查报告中记录的旱季 71 种雨季 76 种基本吻合^[9],并且这一数值明显高于 2007—2009 年的 44~50 种,可以得出鱼类种类在禁止底拖网作业后有所提升。丰富度指数的数值也有所增加,但多样性指数变动不大甚至稍有下降,可能是因为优势种类占比较高,其余种类占比较低,种类间分布极不均匀,而导致群落多样性和均匀度下降。但海洋生态环境复杂,底拖网到底对海洋生态修复和鱼类资源增长上的贡献有多大,还需更长期更深入地调查和研究。

3.2 禁止底拖网对底层鱼类的影响

香港渔农自然护理署于 2010 年至 2015 年每两个月在全港水域 16 个站位进行底层渔业资源调查,探讨实施禁止拖网捕鱼前后底层鱼类物种变化。调查发现,底拖网禁令生效后,底层渔业资源恢复较中上层明显,底层资源在总生物量上有显著上升,但底层资源总生物数量的上升趋势并不明显,有些底层鱼类(如印度鲷 *Platycephalus indicus*、颈斑鲷 *Leiognathus nuchalis*)增长显著^[10]。本研究 5 种底层鱼类在底拖网禁令实施后资源量也发生了不同程度变化,其中卵鲷、韦式羊舌鲆、赤鲷和尖嘴鲷在数量和生物量上的增加都非常明显,在总渔获量中占比也逐年升高。但影响生物量变动的环境因

子复杂多变,禁止底拖网作业到底对海洋生态的恢复贡献多大有待进一步研究。

3.3 不同调查站位资源量的变化情况

调查发现不同作业位置的资源量逐年变化明显。不过不同位置间存在一定差异,例如,站位 2 较其它 2 个站位资源量增幅更大,但总体上各个站位的资源量在达到一个相对较高水平后,数量都有所下降。这可能是由于食物和生存环境的竞争及物种间的捕食关系,最终会使生物量与生态环境的容纳量达到平衡。另外香港机场及附近港珠澳大桥建造(2014—2016)及填海工程活动对海洋环境及海洋生物都有一定影响。

3.4 底拖网捕捞对海底生态环境的影响

渔船底拖网作业所产生的海底生境破坏早已受到广泛关注,比较形象的描述是底拖网对海底生境的搅动犹如推土机运行时对陆地土壤的搅动。典型底拖网的下网口由一铁杆及其两头吊挂的两块数十公斤重的铁坨组成。拖网时下网口会沉入海底软泥数厘米至更深处,将泥石、海底表面生物及潜入底质的生物一起拖入鱼网。在禁止底拖网作业之前,笔者在香港海域常常见到约 1 km 范围内有多达两、三艘底拖船同时作业。有些地点,估计每日会被底拖网扫过 1 次以上。由此可见底拖网作业对海底生境的危害性。同时,中国内地有关研究也报道了同样的关注,例如,在黄河口海域,张旭等^[11]对弓子网和小型单船底拖网作业进行比较,结果发现 2 种网具的单位功率渔获量均不高,且存在选择性差对幼体生物及生态环境伤害严重的问题。王跃中等^[12]也分析 1961—1999 年南海北部底拖网渔业资源数量变动,认为南海北部大陆架和北部湾底拖

网渔获密度下降非常显著,渔业资源处于过度开发状态,尤其沿岸和近海的过度开发更为严重。另外,近些年珠江沿岸大规模的填海造陆及海岸工程也使珠江口流域水动力条件及水体环境发生变化,对海洋环境及海洋生物也都造成影响。所以仅靠禁止底拖网来恢复海洋生物资源是远远不够的,而且资源及环境的自我修复是一个漫长的过程。但禁止底拖网作业,对保护近海海洋生物资源有积极作用,在禁拖令实施初期,本地渔业资源有较明显的复苏迹象,但还需设立更完善的保育措施使海洋生态逐渐修复至生态上可持续发展的水平,并兼顾经济效益、社会效益和生态效益。

参考文献

- [1] GIANNI M. High seas bottom trawl fisheries and their impacts on the biodiversity of vulnerable deep-sea ecosystems: options for international action[M]. Gland: IUCN, 2004: 1-6.
 - [2] MORTON B, MORTON J. The sea shore ecology of Hong Kong[M]. Hong Kong: Hong Kong University Press, 1983: 5.
 - [3] 渔农自然护理署. 渔业保护(指明器具)(修订)公告[R]. 香港: 渔农自然护理署, 2012.
 - [4] 黄宗国. 厦门湾物种多样性[M]. 北京: 海洋出版社, 2006: 250-400.
 - [5] 沈世杰, 吴高逸. 台湾鱼类图鉴[M]. 台湾: 国立海洋生物博物馆, 2011.
 - [6] 刘敏, 陈骁, 杨圣云. 中国福建南部海洋鱼类图鉴: 第1卷[M]. 北京: 海洋出版社, 2013: 1-292.
 - [7] 刘敏, 陈骁, 杨圣云. 中国福建南部海洋鱼类图鉴: 第2卷[M]. 北京: 海洋出版社, 2013: 1-294.
 - [8] LUDWIG J A, REYNOLDS J F. Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing. [M]. New York: John Wiley & Sons, 1988: 85-106.
 - [9] Airport Authority Hong Kong. Expansion of Hong Kong international airport into a three-runway system environmental impact assessment report[R]. Hong Kong: Hong Kong International Airport, 2014.
 - [10] Hong Kong fishery resources monitoring report (2010-2015) [R]. Hong Kong: Agriculture, Fisheries and Conservation Department (AFCD), 2017.
 - [11] 张旭, 张秀梅, 高天翔. 春季黄河口海域 2 种网具渔获物组成的比较分析[J]. 南方水产, 2010, 6(1): 59-67.
 - [12] 王跃中, 袁蔚文. 南海北部底拖网渔业资源的数量变动[J]. 南方水产, 2008, 4(2): 26-33.
- (责任编辑: 刘岭)

更正

我刊 2019 年第 4 期文章《中国短毛藻属 *Elachista* 的分类学 II——包括 1 个新种》第 3 页 2.3 节的第 2 与第 3 行间漏缺以下内容:

“特征描述: 藻体暗褐色, 半球形。基部由薄壁细胞组成垫状假膜体。着生于假膜组织细胞上的同化丝可分成长同化丝和侧丝(短同化丝)。无毛。单室囊和多室囊同体。

习性和产地: 在中潮带附着于 *Sargassum confusum* 藻体上, 与 *Halothrix gracilis* 等混生。产于大连。

地理分布: 中国渤海。

模式标本产地: 中国大连。

2.4 细枝短毛藻(新种)(图 2)

***Elachista tenuissima* Luan et Ding sp.nov.”**

谨向作者和读者致歉。

《广东海洋大学学报》编辑部

2020 年 1 月 13 日