

对声屏障圈养大黄鱼的展望

PROSPECT OF THE CULTURED PSEUDOSCIAENA CROCEA ENCIRCLED BY ACOUSTIC BARRIER

粘宝卿 黄衍镇 王 军

(厦门大学海洋学系 361005)

大黄鱼是我国最重要的经济鱼类之一,原来主要分布于东海北部至舟山群岛的邻近海区,其次是黄海南部,再次是闽粤沿海。可是,近20年来大黄鱼海产资源日益减少,近于枯竭,虽已开展网箱养殖,但尚未形成规模经济。市场上已有“黄鱼稀贵如黄金”的说法。因此,在网箱养殖大黄鱼的基础上,进而以它进行海牧化试点是适宜的,也是必要的。

1 声屏障的概念和意义

为了将大黄鱼管制在特定的水域海牧,通常需要在海湾隘口设立一道屏障,阻止大黄鱼游失。设障的方法通常是拦网,但拦网范围有限,也影响港湾航道的正常使用。因此,借助声学手段,如果有可能对大黄鱼设立一道声屏障,将它管制在特定的水域“渔牧”,是一种更可取的方法。Fish, J. F. 等1972年、章之蓉等1994年的研究已经表明,鱼类对声音有行为反应,而且有“趋声性”和“畏声性”两种不同的反应。所谓声屏障是基于大黄鱼有畏声性,通过向水中发射某种声波波束,阻止大黄鱼逾越波束的无形“屏障”。其优点是:(1)不影响港湾航道的船只过往;(2)不污染水体和环境;(3)不影响大黄鱼生长的理化条件(声屏障只局限于声波波束到达的有限的水体积);(4)不伤害大黄鱼的生命;(5)可灵活方便地设障或撤障(声屏障是无形的)。所以,如果能对大黄鱼建立声屏障,将使大黄鱼海牧工程成为现实,而且大为简化;可望形成大黄鱼养殖的规模经济,获得明显的经济效益和社会效益。

2 建立声屏障的基本依据

2.1 大黄鱼的发声及频谱

鱼类没有专门的发声器官,但大多数鱼类都能产生“自发”声^[1],鱼类生物声的频率范围通常在50 Hz~12 kHz。石首鱼科鱼类以“鼓肌-气鳔”发声,当鼓肌有节律地收缩和松弛,传导至与之相连的鳔时,鳔便

振动起来,推动介质而发出声波。大黄鱼以发声著称。齐孟鸮等1979年在产卵场录下大黄鱼发出“咯咯”叫声,声频范围130 Hz~4 kHz,谱峰在630~800 Hz。章芝蓉等示出的大黄鱼声谱和其产卵时叫声的频率范围基本相同,但最大谱峰处于250 Hz,次峰为800 Hz^[2]。和其他鱼类一样,大黄鱼之所以发声是与它的生命活动紧密相关的,即有其潜在的生物学意义。它用“自发”声实现种内和种间传递信息,包括为躲避敌害而发出的惊恐声或报警声,识别同类及组群的呼叫声,寻找异性的求偶声,觅找食物的试探声等等。因此,通过深入细致的观察和研究声音对大黄鱼行为的影响和作用,特别是记录和分析对大黄鱼有恐吓(驱赶)的声音,包括其波形,强度,频率成分及其分布等。在此基础上,就有可能人工合成复制一种对大黄鱼有恐吓(驱赶)作用的声音,从而有可能对大黄鱼建立声屏障。

2.2 大黄鱼的听觉及畏声反应

鱼类以其内耳而具有听觉^[1]。许多研究表明,鱼类在水中接收声波信号较之接收视觉信号和嗅觉信号更为灵敏,听觉范围大致在几赫兹~10 kHz,在100~1 500 Hz范围内为最敏感区^[2]。利用鱼类的发声和听觉来影响它们的行为,如进行声驯化、声诱集或驱赶鱼群等,已有诸多报道。大黄鱼的听觉功能相当完善,其听觉主要来自内耳和鳔两个部分。由于鱼体的密度与水相近,而内耳中的耳石的密度却为水的3倍,因此声波极易进入鱼体,传入至内耳到达耳石,引起耳石振动,产生听觉;而鳔内充满气体,会与声波发生共振,振动传到内耳也形成听觉。大黄鱼通过内耳感受质点位移波,通过鱼鳔接收声压波,因而能判别声的方向和声强。利用大黄鱼的听觉和其趋畏声反应的生物特性,我国早有敲舫(音:鼓)作业围捕大黄鱼这种简便而高效的渔法。在渔场,小艇作向心等速运动和艇上渔民协调的敲舫动作,造成声振动的最

收稿日期:1999-01-27;修回日期:1999-03-07

大值,经水中传播为大黄鱼所接收,起到了恐吓驱赶大黄鱼的作用。朱元鼎 1983 年认为大黄鱼对声波之感觉较其他鱼类强,在于其耳石对声波可能有放大和共振的作用。陈毓桢 1983 年出示的大黄鱼生物声和单艇敲舢声的声谱图,二者的谱峰频率相近,频率范围基本一致。由此说明敲舢声(包含有恐吓驱赶大黄鱼的生物学意义的信号)能为大黄鱼所接收,并产生逃避的自卫行为,因为鱼类善于接收自己同种发出的声音,也就能接收落在其发声频率范围内的非生物声。显然,如能人工合成复制敲舢声,以几个波束的方式、在同一垂直剖面上向水中辐射,建立一道对大黄鱼的声屏障不是没有可能的。

2.3 惊吓大黄鱼的生物声

海豚、鲸鱼等海兽发出的声音能使多数鱼类出现惊恐惧怕的行为反应,利用这种声音可将鱼群赶到预定的区域。挪威曾利用这种方式,采用多个水下播音器接力,播放鱼类恐惧的海兽声,将鱼群赶到一个置于海湾顶部的大拦网内加以捕获^[2]。既然海兽声能使鱼群受惊逃逸,也就能利用它建立声屏障,令大黄鱼受惊回避而不敢逾越“屏障”。海豚叫声频率为 100 Hz~800 kHz,其啸声(频率为 3~5 kHz)是鱼类最惧怕的^[2],它能使多种鱼类产生受惊、下沉、分散或逃逸等行为反应。因此,以人工模拟(仿真)海豚的啸叫声,作为建立声屏障的信号的首选方案是更为合适的。

3 有待解决的关键问题

3.1 鱼类对声音具有适应性和记忆性

大家知道,人工对鱼的声驯化养殖,是基于鱼类有声记忆性;同时,鱼类还有很强的声适应性。灯光诱集鲢鱼是沿用已久的有效渔法。作业时能看到,鲢鱼已被灯光诱集在光照区内;当船上的机器开动时,其声响使鲢鱼群下沉、分散、逃避;可是,过几分钟又游升并重新聚集在光照区内。这说明鲢鱼很快适应了这种非生物噪声。因此,大黄鱼如有声适应性,要人造一种为大黄鱼所接收,能经久恐吓驱赶大黄鱼的声音并不容易,因为还必须破坏大黄鱼对这种人工音响的适应。

3.2 鱼类的听觉具有辨别音质的功能

鱼类中以骨鳔类的辨音能力最强。在大黄鱼产卵场,陈毓桢 1983 年曾以接近大黄鱼自然生息的声

级强度,通过水下喇叭发送事先录制的大黄鱼群体发声的录音,竟使有经验的渔民误认为是鱼叫,可是并未引起大黄鱼的共鸣反应。这说明录音和回放所带来的音质失真已为大黄鱼所识别。因此,如若要人造一种海兽声来惊恐驱赶大黄鱼,首先必须解决从声音的强度、频率成分、信号的波形及持续时间等特征的逼真模拟,令大黄鱼真假难辨;否则,是难以奏效的。

也许是由于上述的两个原因,至今尚未见国内外有关已成功应用声屏障管制大黄鱼的报道。但是,据报载,美国研制了一种捕捞上层鱼类的声学助渔装置,同时还发出某种报警声,以驱赶非捕捞对象。这就给声屏障圈养大黄鱼的可能性提供了一件佐证。

4 结语

由于海洋农牧化发展的需要,又基于声音既可以对鱼类产生诱集作用,也能够产生惊吓驱赶的效果,一些海洋国家(如日本、挪威、美国及前苏联等)利用音响驯化、诱集、驱赶鱼群的研究和应用已获得相当的成功。各种音响诱鱼器、赶鱼器等先进设备也已相继出现。我国“七五”和“八五”国民经济发展计划中,海洋渔业农牧化均列为重点项目,网箱养殖大黄鱼颇受重视。尽管尚未见以声屏障圈养大黄鱼的成功报道,但是通过观察各种声音(特别是海兽声)对大黄鱼行为的影响,研究大黄鱼的发声与其生物学意义之间的联系,探索对大黄鱼有惊吓驱赶作用的声音特征(包括频率、强度、波形等),在此基础上就有可能为设计大黄鱼的声屏障提供必要的数据。进行这方面的研究不仅要涉及到海洋生物学,鱼类生理学,还要涉及到声学、水声学、仿声学、电子及计算机技术等多种学科。科学技术的迅速发展和多学科的相互渗透,特别是优良的声记录(B & K 7006 型)和谱分析(HP 3582 型)设备以及先进的计算机仿真技术,为大黄鱼声行为的基础研究提供了前所未有的条件。笔者认为,基础研究一旦得以突破,从工程上实现声屏障圈养大黄鱼也就为期不远。

主要参考文献

- 1 童裳亮. 鱼类生理学. 北京: 科学出版社, 1988, 157~175
- 2 章之蓉等. 水生生物与物理因子. 北京: 科学出版社, 1994, 97~113, 121