

文章编号: 1004-2490(2018)05-0537-11

南海北部深海区灯光罩网渔获物组成及 渔获率的时空分布

粟 丽, 陈作志, 张 魁, 张 俊, 王新星

(中国水产科学研究院南海水产研究所, 农业农村部外海渔业开发重点实验室, 广州 510300)

摘要: 根据 2015 年南海北部深海区春季和秋季灯光罩网探捕数据, 对南海北部深海区灯光罩网渔获物组成、优势种叉长(胴长)分布及其渔获率分布等进行了分析。结果显示: 本次调查共渔获 92 种, 隶属于 15 目 44 科, 其中春季 40 种, 秋季 72 种, 两季共有种类 20 种; 优势种(相对重要性指数 $IRI \geq 1000$) 春、秋两季均为莺乌贼(*Symplectoteuthis oualaniensis*) 和圆舵鲣(*Auxis tapeinosoma*); 重要种($1000 > IRI \geq 100$) 春季为日本乌鲂(*Brama japonica*) 和鳞首方头鲳(*Cubiceps squamicepsoides*), 秋季仅日本乌鲂一种; 常见种($100 > IRI \geq 10$) 春季为扁舵鲣(*Auxis thazard*)、长体圆鲹(*Decapterus macrosoma*) 和菱鳍乌贼(*Thysanoteuthis rhombus*), 秋季为白点叉鼻鲀(*Arothron meleagris*) 和黄鳍金枪鱼(*Thunnus albacora*)。优势种莺乌贼胴长分布和圆舵鲣叉长分布春、秋两季均存在较大差异, 莺乌贼胴长分布春季相对偏大, 而圆舵鲣则秋季相对偏大; 渔获率春秋两季差异较大, 春季渔获率平均为 $460.73 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$, 秋季平均为 $152.45 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$, 春季除 C20 站外, 渔获率较高的站位主要集中于邻近菲律宾站位, 秋季则主要集中在海南岛东侧邻近站位。莺乌贼出现频率高, 最高渔获率出现在春季的 C8 站, 为 $391.30 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$; 圆舵鲣则出现频率相对较低, 最高渔获率出现在春季的 C20 站, 高达 $5815.39 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

关键词: 南海北部; 灯光罩网; 渔获物组成; 渔获率; 时空分布

中图分类号: S 932.4 **文献标识码:** A

南海北部海域地处热带和亚热带, 自古以来都是中国沿海重要渔场之一, 鱼类资源丰富^[1]。近年来由于过度捕捞、水域污染等人类活动的影响, 渔业资源开始衰退, 资源结构也发生了较大变化, 有研究发现该海域大型底层优质种类数量大幅减少, 小型低值鱼类和头足类数量明显上升, 优势种更替明显, 鱼类的渔获率呈现随水深增加而增加的分布趋势^[2]。目前, 关于南海北部渔业资源状况的报道相对较少, 主要集中在上升流对渔业资源影响^[3]、资源量的估算^[4]、渔获组成分析^[5-6]及渔具渔法对渔业资源的影响^[7]等方面, 其中渔获组成分析方面, 关于灯光罩网渔

获组成分析仅杨吝等^[8]对南海北部 50 m 以浅海域有过报道, 对南海北部深海区($> 100\text{m}$ 水深)灯光罩网渔获组成分析还未见报道。本文根据 2015 年 3-4 月和 9-10 月 2 个航次灯光罩网探捕数据, 对南海北部深海区灯光罩网渔获物组成、优势种及渔获率空间分布等进行了分析, 以为南海北部深海区渔业资源的开发利用及可持续发展提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 渔船与网具

本次调查作业渔船为广西壮族自治区北海

收稿日期: 2018-03-26

基金项目: 农业农村部财政重大专项(NFZX2018); 2018 省级促进经济发展专项资金(海洋经济发展用途)项目(GDME-2018E004)

作者简介: 粟 丽(1985-), 女, 助理研究员, 研究方向: 海洋浮游植物及渔业资源生态。E-mail: suli@scsfri.ac.cn

通信作者: 陈作志, 研究员。E-mail: zzchen2000@163.com

市的“桂北渔 68209”，钢质，船长 43.6 m，船宽 7.6 m，型深 4.1 m，双主机，每台功率为 201.0 kW，总吨位 400 GT；渔船配金属卤化物集鱼灯 220 盏（ $\times 1 \text{ kW}$ ），渔获冷冻保存。

调查船使用的灯光罩网网具尺寸为 290 m \times 85 m，即罩网沉子纲长 290 m，拉直高度 85 m，网衣最大网目为 36 mm，网囊最小网目为 20 mm。

1.2 作业时间与海域

灯光罩网渔业调查于 2015 年 3 月 15 日至 4 月 22 日（春季）和 2015 年 9 月 8 日至 10 月 8 日在海南岛以东的南海北部深海区进行，作业分别历时 38 d 和 30 d。调查海域经纬度范围为 18.5° ~ 20.5° N、 111° ~ 120° E，共设置调查站位 20 个，调查海域及站位布置详见图 1，其中春季 C11 站和 C17 站未作业。

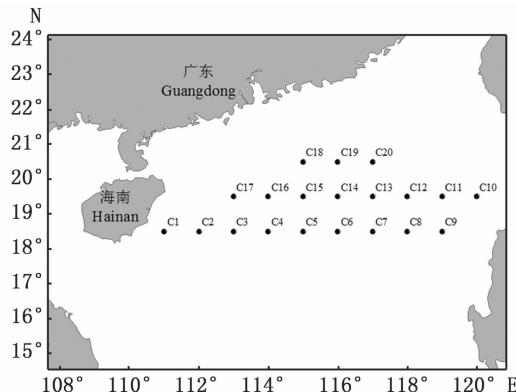


图 1 灯光罩网作业海域及站位

Fig. 1 Sea area and stations
of light falling-net fishing

1.3 调查方法与数据分析

调查从距离海南岛最近的 C1 站位开始，每次作业均对所得渔获物进行现场分类和称重，并记录各种渔获物的总质量，同时进行渔获物胴长（叉长）、体质量等基本生物学参数的测定，其中弯乌贼 (*Symplectoteuthis oualaniensis*)、鲹类及小型金枪鱼类采用按比例随机抽样测量。

优势种评价采用相对重要性指数 IRI (index of relative importance)^[9~10]，当 IRI 大于等于 1 000 为优势种， $1 000 > IRI \geq 100$ 之间为重要种， $100 > IRI \geq 10$ 之间为常见种， $10 > IRI \geq 1$ 为一般种，小于 1 为少见种。其计算公式为：

$$IRI = (N + W)F$$

式中： N 为某种渔获物在总渔获物中所占的尾数百分比； W 为某种渔获物在总渔获物中所占的质量百分比； F 为某种渔获物在采样站位中出现的频率。

采用渔获率 ($CPUE$) 来衡量相对资源量，即单位光诱时间的渔获量 ($\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$)，其计算公式为^[11]：

$$CPUE = C/f$$

式中： f 表示光诱时间 (h)，即每次作业时开灯与关灯之间的时间； C 表示该段时间内的渔获质量 (kg)。

运用 Microsoft Excel 2016 进行数据的统计和分析；采用 ArcMap 10.3 绘制采样站位图及各站位渔获率、种类数分布图。

2 结果与分析

2.1 渔获物种类组成

本次调查捕获的渔获物分别隶属于 15 目 44 科 92 种，其中鱼类 11 目 38 科 84 种，头足类 3 目 4 科 6 种，蟹类 2 种。其中春季渔获 10 目 27 科 40 种，秋季渔获 13 目 35 科 72 种，两季共有种类 20 种。各站位平均渔获种类数春季 9 种，秋季 10 种，两季渔获种类水平分布存在较大差异（图 2），春季渔获种类最多的站位为 C9，捕获 16 种，其次为 C1，捕获 15 种，最少为 C20，仅 1 种；秋季捕获最多的站位为 C18，捕获 19 种，其次为 C19，捕获 17 种，最少出现在 C9 和 C14，仅 5 种。

2.2 渔获率的时空分布

本次调查总渔获量春季为 41 732 kg，秋季为 15 574 kg。春季为秋季的 2.7 倍；平均渔获率春季为 $460.73 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ，秋季为 $152.45 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ，春季约为秋季的 3 倍。从图 3 可以看出，南海北部外海区灯光罩网渔获率水平分布存在较大的区域差异。春季渔获率最高站位出现在 C20 ($5 815.38 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$)，其次为 C8 ($395.21 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$)，最低出现在 C1 ($9.00 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$)；秋季渔获率最高站位出现在 C1 ($1 806.04 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$)，其次为 C2 ($293.49 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$)，C17 ($0.92 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$) 最低。春季除 C20 站外，渔获率较高的站位主要集中于邻近菲律宾海区，秋季则主要集中在海南岛东侧站位。

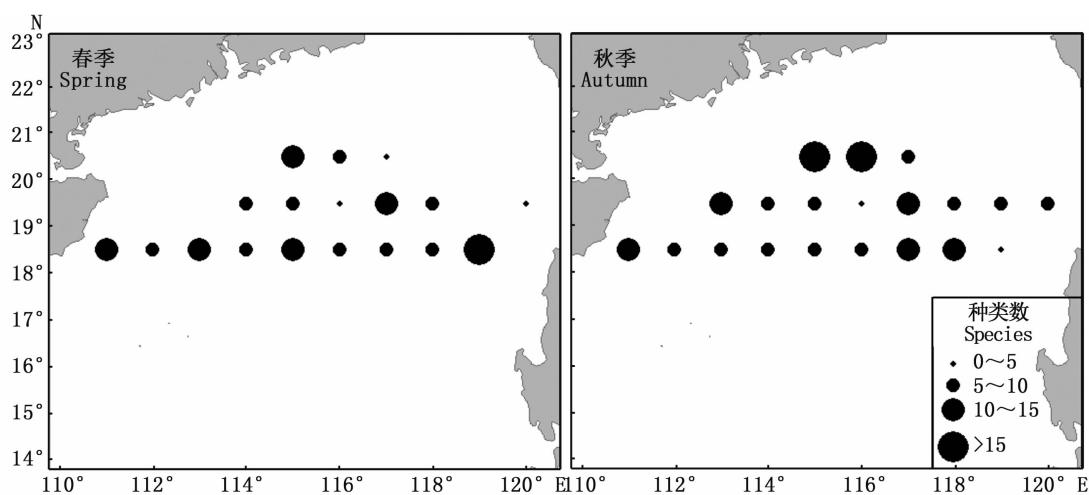


图2 南海北部深海区灯光罩网渔获种类数分布

Fig. 2 Species distribution of light falling-net fishing in the abyssal area of the northern South China Sea

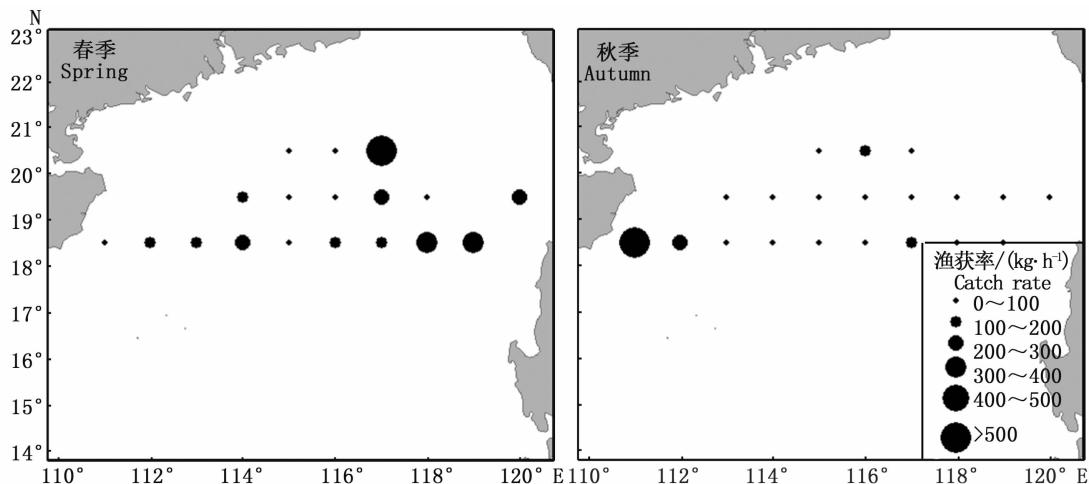


图3 南海北部深海区灯光罩网渔获率分布

Fig. 3 Distribution of catch rate of light falling-net fishing in the abyssal area of the northern South China Sea

2.3 渔获物的相对重要性指数

从表1可以看出,本次调查 IRI 值春季鸢乌贼(5 459.79)最高,秋季圆舵鲣(*Auxis tapeinosoma*)(4 920.33)最高。根据相对重要性指数 IRI 的评价标准,春季优势种为鸢乌贼和圆舵鲣,占渔获总量的94.84%;重要种为日本乌鲂(*Brama japonica*)和鳞首方头鲳(*Cubiceps squamicepsoides*),占渔获总量的2.55%;常见种为

扁舵鲣(*Auxis thazard*)、长体圆鲹(*Decapterus macrosoma*)和菱鳍乌贼(*Thysanoteuthis rhombus*),占渔获总量的1.52%,其余种类均属少见种和稀有种类。秋季优势种为圆舵鲣和鸢乌贼,占渔获总量的93.06%;重要种仅日本乌鲂,占渔获总量的4.05%;常见种为白点叉鼻鲀(*Arothron meleagris*)和黄鳍金枪鱼(*Thunnus albacora*),占渔获总量的1.20%,其余种类均属少见种和稀有种类。

表 1 南海北部深海区主要渔获种类相对重要性指数

Tab. 1 IRI of major species in the abyssal area of the northern South China Sea

季节 Season	种类 Species	质量百分比/% Ratio of weight	数量百分比/% Ratio of quantity	出现频率/% Frequency of occurrence	相对重要性指数 IRI
春季 Spring	鳶乌贼 <i>Symplectoteuthis oualaniensis</i>	28.51	29.30	94.44	5459.79
	圆舵鲣 <i>Auxis tapeinosoma</i>	66.34	62.06	38.89	4993.31
	日本乌鲂 <i>Brama japonica</i>	1.61	2.71	72.22	311.50
	鳞首方头鲳 <i>Cubiceps squamicepsoides</i>	0.94	4.27	44.44	231.78
	扁舵鲣 <i>A. thazard</i>	1.11	0.52	50.00	81.44
	长体圆鲹 <i>Decapterus macrosoma</i>	0.28	0.48	83.33	62.89
	菱鳍乌贼 <i>Thysanoteuthis rhombus</i>	0.13	0.10	55.56	13.17
	鲣 <i>Katsuwonus pelamis</i>	0.19	0.09	33.33	9.35
	蛇鲭 <i>Gempylus</i> sp.	0.05	0.02	38.89	2.86
	太平洋褶柔鱼 <i>Todarodes pacificus</i>	0.03	0.13	11.11	1.77
	黄鳍金枪鱼 <i>Thunnus albacora</i>	0.28	0.00	5.56	1.53
	剑鱼 <i>Xiphias gladius</i>	0.26	0.00	5.56	1.45
	杜氏枪乌贼 <i>Loligo duvaucelii</i>	0.03	0.08	11.11	1.19
	红鳍圆鲹 <i>Decapterus russelli</i>	0.01	0.02	33.33	1.02
	圆舵鲣 <i>A. tapeinosoma</i>	76.33	64.25	35.00	4920.33
	鳶乌贼 <i>S. oualaniensis</i>	16.72	27.94	80.00	3572.78
	日本乌鲂 <i>B. japonica</i>	4.05	2.48	70.00	456.82
秋季 Autumn	白点叉鼻鲀 <i>Arothron meleagris</i>	0.80	3.27	10.00	40.78
	黄鳍金枪鱼 <i>T. albacora</i>	0.39	0.10	70.00	34.17
	剑尖枪乌贼 <i>Uroteuthis edulis</i>	0.15	0.77	10.00	9.14
	长体圆鲹 <i>D. macrosoma</i>	0.48	0.48	5.00	4.82
	细鳞圆鲹 <i>Decapterus macarellus</i>	0.04	0.06	45.00	4.71
	太平洋褶柔鱼 <i>T. pacificus</i>	0.05	0.19	15.00	3.60
	鲣 <i>K. pelamis</i>	0.09	0.03	30.00	3.54
	鲔 <i>Euthynnus yaito</i>	0.11	0.01	15.00	1.74
	南海带鱼 <i>Trichiurus nanhaiensis</i>	0.05	0.03	15.00	1.18
	黄鳍锯鳞鱼 <i>Myripristis chryseres</i>	0.00	0.04	25.00	1.04

2.4 优势种胴长或叉长分布

2.4.1 鳶乌贼

鳶乌贼为本次调查优势种之一,春、秋两季分别随机抽样 866 尾和 774 尾测量其基本生物学参数,并对其胴长分布进行分析。结果显示,春季鳶乌贼胴长范围为 74~295 mm,平均为 132 mm;秋季胴长范围为 57~272 mm,平均为 114 mm。以 10 mm 为组距对鳶乌贼胴长分布进行分析(图 3),发现春季优势胴长组为 110~150 mm,占 70.20 %,其中最大胴长组为 120~130 mm,占 23.56 %,其次为 130~140 mm,占 20.90 %;秋季优势胴长组为 80~130 mm,占 77.00 %,其中最大胴长组为 110~120 mm,占 20.28 %,其次为

90~100 mm,占 14.73 %。从图 3 也可以看出,春季鳶乌贼胴长分布较秋季偏大。

2.4.2 圆舵鲣

本次调查圆舵鲣也为优势种之一,其渔获质量甚至高过鳶乌贼。春、秋两季分别随机抽取 243 尾和 109 尾进行基本生物学的测定。结果显示,其叉长范围春季为 126~234 mm,平均为 200 mm;秋季为 203~254 mm,平均为 222 mm。以 10 mm 为组距对圆舵鲣叉长分布进行分析(图 4),发现春季优势叉长组为 200~230 mm,占 72.02 %,其中最大叉长组为 210~220 mm,占 28.81 %,其次为 200~210 mm,占 25.51 %;秋季优势叉长组为 210~230 mm,占 68.81 %。

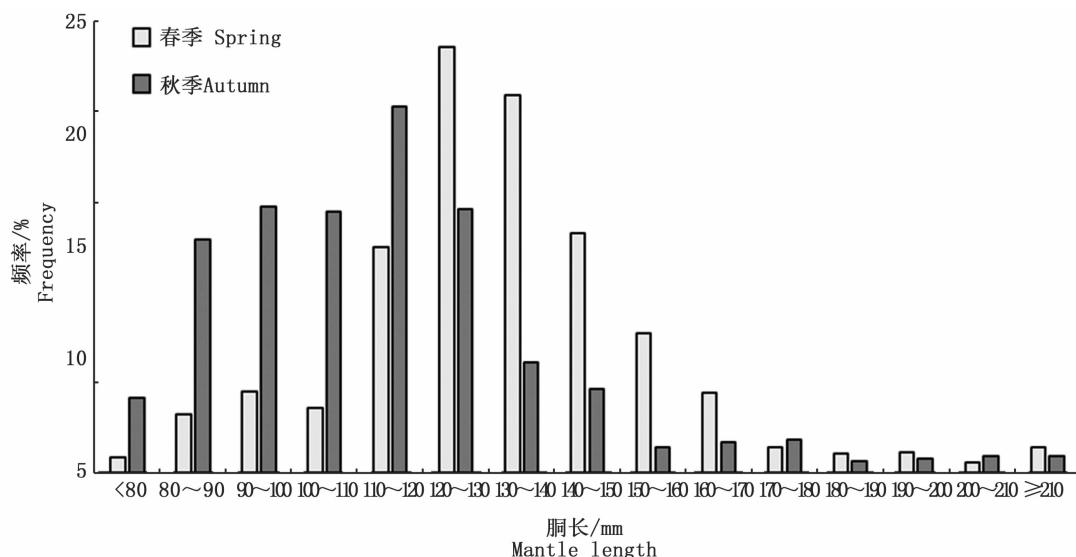


图4 南海北部深海区灯光罩网渔获物莺乌贼胴长分布

Fig. 4 Distribution of mantle length of *Symplectoteuthis oualaniensis* of light falling-net fishing in the abyssal area of the northern South China Sea

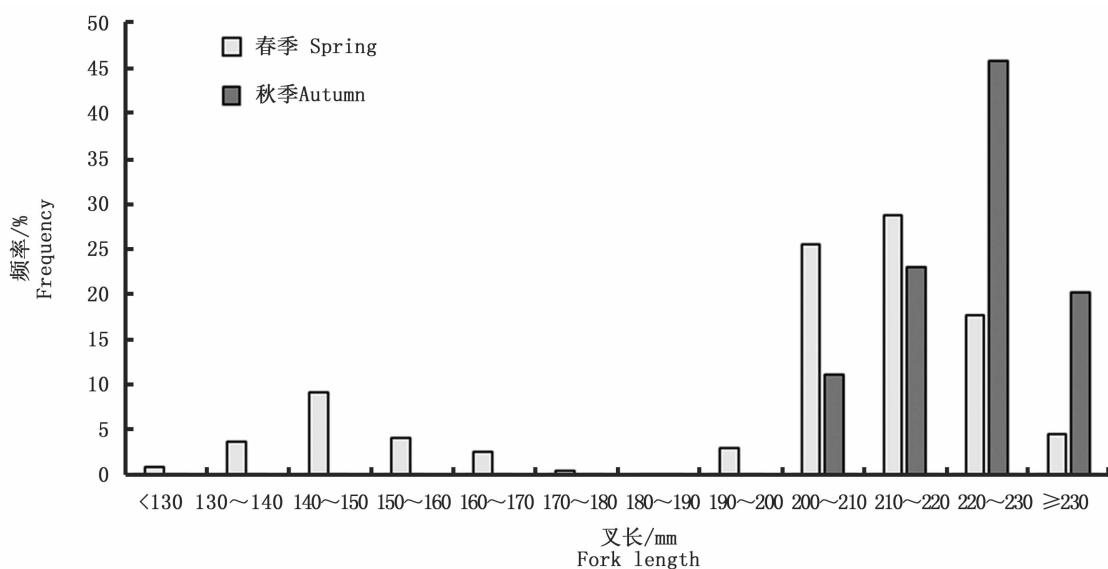


图5 南海北部深海区灯光罩网渔获物圆舵鲣叉长分布

Fig. 5 Distribution of fork length of *Auxis tapeinosoma* of light falling-net fishing in the abyssal area of the northern South China Sea

2.5 优势种渔获率的时空分布

2.5.1 莺乌贼渔获率的时空分布

本次调查莺乌贼的渔获概率很高,春季调查的18个站位中有17个站位有出现,其中渔获率较高的站位春季主要集中在北纬18.5°邻近菲律宾海域的站位,秋季则主要集中在该纬度邻近海南岛海域的站位。春季,最高渔获率站位出现在C8,渔获率为391.30 kg·h⁻¹,其次为C4,渔获率

为225 kg·h⁻¹,C7和C9也相对较高,分别为192.96 kg·h⁻¹和193.54 kg·h⁻¹。秋季,最高渔获率站位出现在C2,渔获率为202.50 kg·h⁻¹,其次为C7,渔获率为131.47 kg·h⁻¹,其它站位渔获率均低于100 kg·h⁻¹。

2.5.2 圆舵鲣渔获率的时空分布

本次调查圆舵鲣出现频率虽然不高,但渔获量很高,其渔获量占总渔获量的66%以上,春、

秋两季均有 7 个站位有渔获,但出现站位稍有差异,其中春季渔获率最高的站位出现在 C20,渔获率为 $5\ 815.39\ kg \cdot h^{-1}$,其次为 C3 和 C2,渔获率分别为 $75\ kg \cdot h^{-1}$ 和 $54.90\ kg \cdot h^{-1}$,其它站位渔

获率均低于 $20\ kg \cdot h^{-1}$;秋季最高渔获率站位出现在 C1,渔获率为 $1\ 792.71\ kg \cdot h^{-1}$,其次为 C19,渔获率为 $139.42\ kg \cdot h^{-1}$,其它站位渔获率均低于 $10\ kg \cdot h^{-1}$ 。

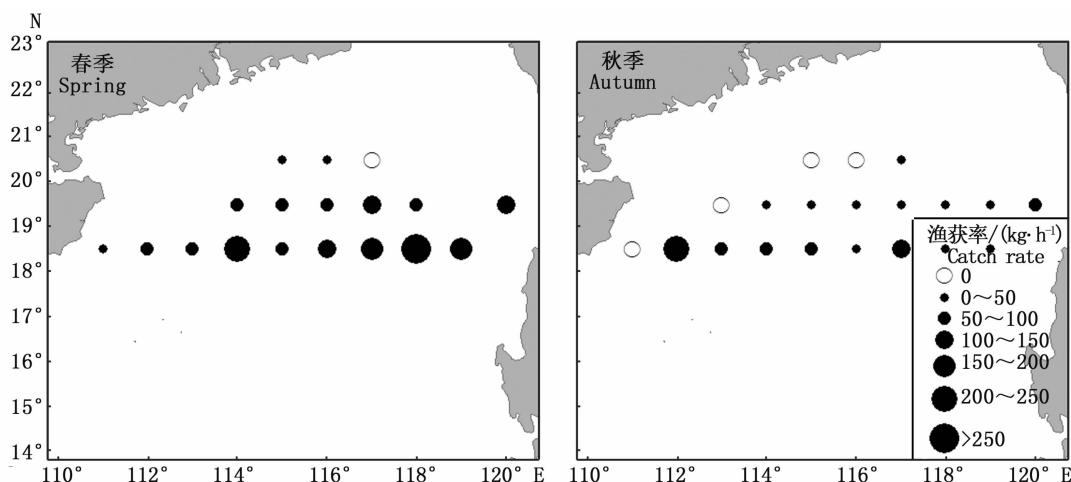


图 6 南海北部深海区灯光罩网莺乌贼渔获率分布

Fig. 6 Distribution of catch rate of light falling-net fishing of *Symplectoteuthis oualaniensis* in the abyssal area of the northern South China Sea

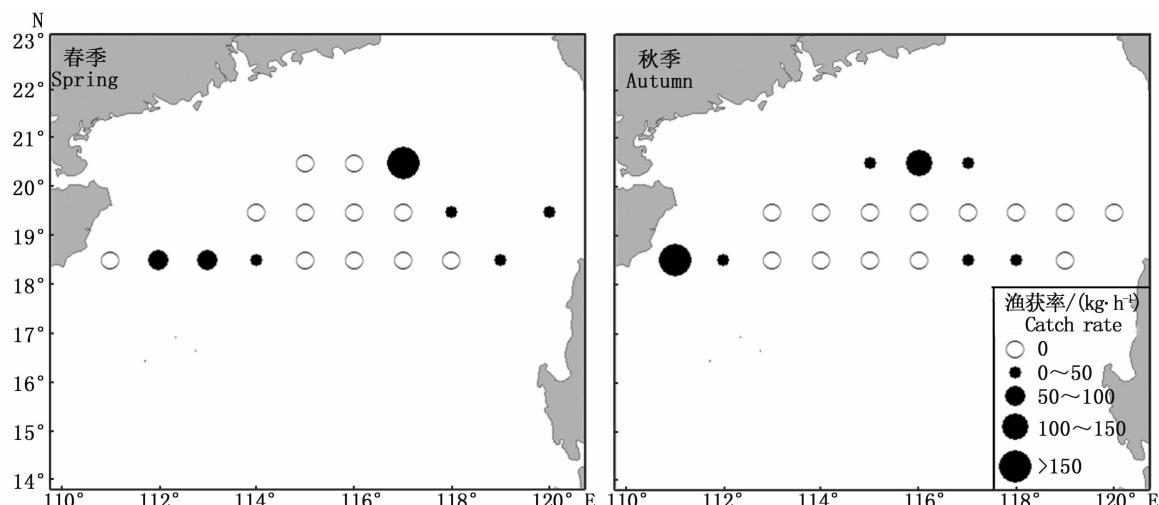


图 7 南海北部深海区灯光罩网圆舵鲣渔获率分布

Fig. 7 Distribution of catch rate of light falling-net fishing of *Auxis tapeinosoma* in the abyssal area of the northern South China Sea

3 讨论

灯光罩网是20世纪90年代初才发展起来的一种新型渔具渔法,具有结构简单、捕捞效率高等特点,目前是南海外海渔业发展的主要作业方式^[11-12]。本次调查春季渔获40种,秋季72种,相比底拖网(337种以上,268种以上)^[1,13]而言,灯光罩网捕捞种类相对较少。主要渔获种类组成存在较大的季节差异,本次调查春季为鸢乌贼、圆舵鲣、日本乌鲂、鳞首方头鲳、扁舵鲣、长体圆鲹和菱鳍乌贼等,秋季为圆舵鲣、鸢乌贼、日本乌鲂、白点叉鼻鲀、黄鳍金枪鱼和剑尖枪乌贼(*Uroteuthis edulis*)等。与其它调查研究结果相比,杨吝等^[8]对南海北部近海海域调查发现该海域灯光罩网渔获种类主要为枪乌贼(*Loligo* sp.)、带鱼(*Trichiurus haumela*)、蓝圆鲹(*Decapterus maruadsi*)、康氏马鲛(*Scomberomorus commerson*)、刺鲳(*Psenopsis anomala*)、乌贼类(*Sepia* sp.)、赤鼻棱鳀(*Thrissa kammalensis*)、乌鲳(*Formio niger*)、杜氏棱鳀(*Thryssa dussumieri*)和竹筍鱼(*Trachurus japonicus*)等;晏磊等^[14]春季采用灯光罩网对南海中南部进行调查得出主要种类为鸢乌贼、长体圆鲹、鮪(*Euthynnus yaito*)和鲣(*Katsuwonus pelamis*)等;张鹏等^[15]也采用灯光罩网进行调查发现西、中沙主要捕捞鸢乌贼类和大型金枪鱼,而珠江口外大陆架海域(111°E以东、19.5°N以北)则主要捕捞鲹科、枪乌贼和带鱼;赵繁等^[16]对温台渔场以及闽东渔场的调查,发现7-8月主要渔获种类为日本鲭(*Pneumatophorus japonicus*)、蓝圆鲹,兼捕少量枪乌贼类等,9-12月主捕舵鲣(*Auxis* sp.)、七星鱼(*Channa asiatica*),兼捕少量带鱼。可见,作业海区不同、作业时间不同,其渔获物种类组成存在明显的区域差异和季节差异。

灯光罩网是利用鱼类(头足类等)趋光的习性,夜晚用灯光将其诱集到渔船附近进行捕捞,因而,该种作业方式具有较强的选择性。本次调查也表明,春、秋两季的优势种均仅为鸢乌贼和圆舵鲣。其中,鸢乌贼为暖水性较强的大洋性种类,本次调查优势胴长组春季为120~140 mm,秋季为90~120 mm;春季与晏磊等^[14]等对南海中南部的调查结果110~130 mm稍有差异。鸢乌贼胴长春季普遍较秋季大,这可能与鸢乌贼的生

长、繁殖特性有关,鸢乌贼寿命约一年左右,一年中多次产卵,其中以夏季为主^[17]。圆舵鲣为热带或亚热带暖水性中上层洄游性鱼类,其经济价值较高,主要分布于水深100~200 m的沿岸附近和岛屿周围,南海几乎全年可捕捞^[18]。而本次调查圆舵鲣没有明显的此种分布规律,因此,进一步调查圆舵鲣的分布规律对深入研究该海域圆舵鲣的分布、洄游及繁殖等行为习性具有重要意义。本次调查圆舵鲣春季叉长范围为126~234 mm,均值为200 mm,而张衡等^[19]的研究其叉长范围为88~322 mm,均值为136 mm,本次叉长范围明显偏窄,这可能与本次测量的样本量相对偏少有关。另外,圆舵鲣秋季叉长相比春季大,这可能与圆舵鲣的繁殖习性有关,在南海圆舵鲣产卵期为5~7月份^[18]。

渔获率春、秋两季存在较大的时空差异,这种差异主要由鸢乌贼和圆舵鲣渔获量引起的,其中两者渔获量占总渔获量的93%以上。春季C20站位出现最高渔获率主要由圆舵鲣引起,其渔获率高达5 815.38 kg·h⁻¹,占该站位总渔获率的100%;秋季C1站位出现最高渔获率也是由圆舵鲣引起,其渔获率高达1 792.71 kg·h⁻¹,占该站位总渔获率的99.26%。与南海中南部^[11,14]及南沙海域^[17]相比,该海域圆舵鲣渔获率、渔获质量比及出现频率均相对较高。除C1和C20站外,其它站位渔获率差异主要由鸢乌贼渔获量引起的,但相较于中、西沙海域(91.10%)^[15]、南海中南部海域(96.15%、48.35%)^[11,14]及南沙北部海域(67.57%)^[20]而言,该海域鸢乌贼渔获量所占比例相对偏低。

本次调查鸢乌贼出现频率最高,渔获量也相对较高,位居第二。有研究分析发现鸢乌贼在南海分布广泛,在108°~118°E、9°~20°N之间的359个渔区内,资源量估算为204.94×10⁶ t,总可捕量为99.40×10⁶ t^[21];张俊等^[22]结合渔业声学和灯光罩网采样方法对南海外海鸢乌贼资源量也进行了评估,得出南海外海鸢乌贼资源量至少在2.00×10⁶ t以上。这表明南海蕴含着丰富的鸢乌贼资源,具有巨大的开发潜力,是未来南海外海渔业开发的主要种类之一,而且鸢乌贼具有较强的趋光性,因此,也是南海外海灯光罩网渔业生产的主要捕捞对象。圆舵鲣为本次调查渔获量最高的种类,其春季在C20站出现最高渔获

量,秋季则在 C1 站出现最高渔获量,这与赵传纲等^[23]得出的圆舵鲣生殖洄游路线存在差异。赵传纲等的研究认为圆舵鲣于每年的 11 月从西沙群岛一带,向海南岛东南沿岸及广西、广东沿岸生殖洄游。其 2~4 月到达海南岛东南岸一带,8 月达雷州半岛东岸至阳江,8 月后离开近岸向汕头外海越冬场洄游。然而本次调查春季海南岛东侧渔获量并不高,相反位于汕头附近的 C20 渔获量最高,而秋季则在海南岛东侧出现一个最高点。出现这种偏差可能与近些年来气候条件及海洋环境变化有关,温度、水流和盐度等对于鱼类洄游具有重要的影响^[24]。由于影响灯光罩网渔获的因素很多,如月相^[25]、网具沉降性能^[26]及海况等,因此对于该海域圆舵鲣和鳶鸟贼的资源量及分布还有待进一步研究。

4 小结

1) 灯光罩网具有较强的选择性,捕捞种类主要为趋光性鱼类和头足类,渔获种类相对较少,本次调查春季渔获 40 种,秋季 72 种。

2) 本次调查优势种类组成存在较明显的季节差异。优势种春、秋两季均为鳶鸟贼和圆舵鲣 2 种;重要种春季为日本乌鲂和鳞首方头鲳 2 种,秋季仅日本乌鲂 1 种;常见种春季为扁舵鲣、长体圆鲹和菱鳍乌贼 3 种,秋季为白点叉鼻鲀和黄鳍金枪鱼 2 种。

3) 总渔获率两季存在明显的时空差异。其中平均渔获率春季为 $460.73 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$,秋季为 $152.45 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$;最高渔获率春季出现在 C20 站 ($5815.38 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$),秋季出现在 C1 站 ($1806.04 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$)。

4) 鳶鸟贼高渔获率主要集中在 18.5°N 的海域站位,春季最高渔获为 $391.30 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ (C8 站),秋季为 $202.50 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ (C2 站);而圆舵鲣主要出现在陆架、岛屿近岸海域,其最高渔获春季为 $5815.38 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ (C20 站),秋季为 $1792.71 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ (C1 站)。

参考文献

- [1] 李永振,陈国宝,赵宪勇,等. 南海北部海域小型非经济鱼类资源声学评估 [J]. 中国海洋大学学报,2005,35(2):206~212.
- LI Y Z, CHEN G B, ZHAO X Y, et al. Acoustic assessment of non-commercial small size fish resources in the northern waters of South China Sea [J]. Periodical of Ocean University of China, 2005, 35(2):206~212.
- [2] 刘维达,林昭进,江艳娥,等. 南海北部大陆架区底层渔业资源的空间分布特征 [J]. 热带海洋学报, 2011, 30(5):95~103.
- LIU W D, LIN Z J, JIANG Y E, et al. Spatial distribution of demersal fishery resources in the continental shelf of the northern South China Sea [J]. Journal of Tropical Oceanography, 2011, 30(5):95~103.
- [3] 王梦茵,胡启伟. 基于遥感的南海北部夏季上升流对渔业资源的影响 [J]. 海南热带海洋学院学报,2017,24(2):22~29.
- WANG M Y, HU Q W. Impact of summer upwelling on the fisheries resources in the northern South China Sea based on remote sensing data [J]. Journal of Hainan Tropical Ocean University, 2017, 24(2):22~29.
- [4] 王增焕,李纯厚,贾晓平. 应用初级生产力估算南海北部的渔业资源量 [J]. 海洋水产研究,2005, 26(3):9~15.
- WANG Z H, LI C H, JIA X P. The fishery production from the north part of the South China Sea using the primary production method [J]. Marine Fisheries Research, 2005, 26(3):9~15.
- [5] 杨炳忠,杨吝,谭永光,等. 南海北部马鲛流刺网渔获组成初步分析 [J]. 南方水产科学,2013,9(1):16~21.
- YANG B Z, YANG L, TAN Y G, et al. Preliminary analysis of gillnet catch composition of *Scomberomorus* in northern South China Sea [J]. South China Fisheries Science, 2013, 9(1):16~21.
- [6] 王学锋,冯波,卢伙胜. 2008 年南海北部拖网渔获组成及其多样性分析 [J]. 渔业现代化,2010, 37(1):47~59.
- WANG X F, FENG B, LU H S. Catch composition and species diversity of the bottom trawl fishery in the northern South China Sea in 2008 [J]. Fishery Modernization, 2010, 37(1):47~59.
- [7] 杨吝. 渔具渔法对南海北部渔业资源和海洋环境的影响 [J]. 现代渔业信息,1998,13(2):5~9.
- YANG L. Impact of fishing gear and fishing method on fisheries resources in the north of South China Sea and marine environment [J]. Modern Fisheries Information, 1998, 13(2):5~9.
- [8] 杨吝,张旭丰,谭永光,等. 南海北部灯光罩网

- 渔获组成及其对渔业资源的影响 [J]. 南方水产, 2009, 5(4): 41–46.
- YANG L, ZHANG X F, TAN Y G, et al. The catch composition of light falling-net fishing and its impact on fishery resources in the northern South China Sea [J]. South China Fisheries Science, 2009, 5(4): 41–46.
- [9] 唐衍力, 齐广瑞, 王欣, 等. 海州湾近岸张网渔获物种类组成和资源利用现状分析 [J]. 中国海洋大学学报, 2014, 44(7): 29–38.
- TANG Y L, QI G R, WANG X, et al. Catch composition of the set-net along the coastal water and resource utilization analysis of Haizhou Bay [J]. Periodical of Ocean University of China, 2014, 44(7): 29–38.
- [10] PINKAS E R. Ecology of the agamid lizard *amphibolurus isolepis* in western Australia [J]. Copeia, 1971(3): 527–536.
- [11] 张鹏, 张俊, 李渊, 等. 秋季南海中南部海域的一次灯光罩网探捕调查 [J]. 南方水产科学, 2016, 12(2): 67–74.
- ZHANG P, ZHANG J, LI Y, et al. An exploratory fishing survey of light falling-net fisheries in the central and southern South China Sea in autumn [J]. South China Fisheries Science, 2016, 12(2): 67–74.
- [12] 杨吝, 卢伙胜, 吴壮, 等. 南海区海洋渔具渔法 [M]. 广州: 广东科技出版社, 2002: 164–167.
- YANG L, LU H S, WU Z, et al. Fishing gears and methods in the South China Sea [M]. Guangzhou: Guangdong Science & Technology Press, 2002: 164–167.
- [13] 江艳娥, 林昭进, 黄梓荣. 南海北部大陆架区渔业生物多样性研究 [J]. 南方水产, 2009, 5(5): 32–37.
- JIANG Y E, LIN Z J, HUANG Z R. Biodiversity of fishery resources in the continental shelf of northern South China Sea [J]. South China Fisheries Science, 2009, 5(5): 32–37.
- [14] 晏磊, 张鹏, 杨吝, 等. 2011年春季南海中南部海域灯光罩网渔业渔获组成的初步分析 [J]. 南方水产科学, 2014, 10(3): 97–102.
- YAN L, ZHANG P, YANG L, et al. Catch composition of light falling-net fishery in the central and southern South China Sea in spring of 2011 [J]. South China Fisheries Science, 2014, 10(3): 97–102.
- [15] 张鹏, 曾晓光, 杨吝, 等. 南海区大型灯光罩网渔场渔期和渔获组成分析 [J]. 南方水产科学, 2013, 9(3): 74–79.
- ZHANG P, ZENG X G, YANG L, et al. Analyses on fishing ground and catch composition of large-scale light falling-net fisheries in South China Sea [J]. South China Fisheries Science, 2013, 9(3): 74–79.
- [16] 赵繁, 谢剑涛, 陈源源, 等. 浙江省灯光罩网渔具渔法调查分析 [J]. 浙江海洋学院学报(自然学科版), 2017, 36(3): 268–273.
- ZHAO F, XIE J T, CHEN Y Y, et al. Investigation and analysis on light falling-net fishing gear and art of fishing in Zhejiang Province [J]. Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science), 2017, 36(3): 268–273.
- [17] 颜云榕, 冯波, 卢伙胜, 等. 南沙群岛北部海域鳆乌贼 (*Sthenoteuthis oualaniensis*) 夏季渔业生物学研究 [J]. 海洋与湖沼, 2012, 43(6): 1177–1186.
- YAN Y R, FENG B, LU H S, et al. Fishery biology of purpleback flying squid *Sthenoteuthis oualaniensis* in northern sea areas around Nansha Island in summer [J]. Oceanologia Et Limnologia Sinica, 2012, 43(6): 1177–1186.
- [18] 张玉玲. 圆舵鲣的生物学和渔业 [J]. 动物学杂志, 1999, 34(3): 44–47.
- ZHANG L Y. Biology and fishery of round mackerel in China [J]. Chinese Journal of Zoology, 1999, 34(3): 44–47.
- [19] 张衡, 吴祖立, 周为峰, 等. 南海南沙群岛灯光罩网渔场金枪鱼科渔获种类、渔获率及其峰值期 [J]. 海洋渔业, 2016, 38(2): 140–147.
- ZHANG H, WU Z L, ZHOU W F, et al. Species composition, catch rate and occurrence peak time of thunnidae family in the fishing ground of light falling-net fisheries in the Nansha Islands area of the South China Sea [J]. Marine Fisheries, 2016, 38(2): 140–147.
- [20] 冯波, 许永雄, 卢伙胜. 南沙北部灯光罩网与金枪鱼延绳钓联合探捕 [J]. 广东海洋大学学报, 2012, 32(4): 54–58.
- FENG B, XU Y X, LU H S. Fishing survey by light falling net and tuna longline in the waters of Nansha Islands [J]. Journal of Zhanjiang Ocean University, 2012, 32(4): 54–58.
- [21] 冯波, 颜云榕, 张宇美, 等. 南海鳆乌贼 (*Sthenoteuthis oualaniensis*) 资源评估的新方法 [J]. 渔业科学进展, 2014, 35(4): 1–6.

- FENG B, YAN Y R, ZHANG Y M, et al. A new method to assess the population of *Sthenoteuthis oualaniensis* in South China Sea [J]. Progress in Fishery Sciences, 2014, 35(4):1–6.
- [22] 张俊,陈国宝,张鹏,等. 基于渔业声学和灯光罩网的南海中南部鸢乌贼资源评估[J]. 中国水产科学,2014,21(4):822–831.
- ZHANG J, CHEN G B, ZHANG P, et al. Estimation of purpleback flying squid *Sthenoteuthis oualaniensis* resource in the central and southern South China Sea based on fisheries acoustics and light-falling net [J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2014, 21(4):822–831.
- [23] 赵传纲,陈思行. 金枪鱼类和金枪鱼渔业[M]. 北京:海洋出版社,1983:1–261.
- ZHAO C Y, CHEN S X. Tuna and tuna fisheries [M]. Beijing: China Ocean Press, 1983: 1–261.
- [24] 吴琼. 鱼类的洄游及影响鱼类洄游的因素和研究方法[J]. 黑龙江水产,2011(2):41–42.
- WU Q. The migration of fish and the affecting factors and research methods of fish migration [J]. Fisheries of Heilongjiang, 2011(2):41–42.
- [25] 晏磊,张鹏,杨吝,等. 月相对南海灯光罩网鸢乌贼渔获率的影响分析[J]. 南方水产科学,2015,11(3):16–21.
- YAN L, ZHANG P, YANG L, et al. Effect of moon phase on fishing rate by light falling-net fishing vessels of *Sthenoteuthis oualaniensis* in the South China Sea [J]. South China Fisheries Science, 2015, 11(3):16–21.
- [26] 晏磊,张鹏,杨吝,等. 南海灯光罩网沉降性能研究[J]. 上海海洋大学学报,2014,23(1):146–153.
- YAN L, ZHANG P, YANG L, et al. A study of sinking characteristics of light falling-net fishing in the South China Sea [J]. Journal of Shanghai Fisheries University, 2014, 23(1):146–153.

Catch composition and spatial-temporal distribution of catch rate of light falling-net fishing in the abyssal area of the northern South China Sea

SU Li, CHEN Zuo-zhi, ZHANG Kui, ZHANG Jun, WANG Xin-xing

(Key Lab. of Open-Sea Fishery Development, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China)

Abstract: The northern South China Sea is located in tropical and subtropical areas. Since ancient times, it has been an important fishing ground along the coast of China and has rich fishery resources. However, in recent years due to overfishing, fishery resources have begun to decline. In order to understand the status of fishery resources in the abyssal area of the northern South China Sea, two survey voyages of light falling-net fishery resources were made in the spring and autumn of 2015 to provide basic information for exploitation, utilization and sustainable development of fishery resources in this sea area. The maximum mesh size of the net clothes is 36 mm and the minimum mesh size is 20 mm. Based on the data collected from light falling-net fishery in the abyssal area of the northern South China Sea, this paper analyzed the catch composition, the distribution of body length or mantle length of the dominant species and the distribution of catch rate. Results indicated that a total of 92 species were identified, belonging to 15 orders 44 families, and there were 40 species in spring, 72 species in autumn, 20 common species in two seasons. Dominant species ($IRI \geq 1000$) were *Symplectoteuthis oualaniensis* and *Auxis tapeinosoma* in two seasons. The major species ($1000 > IRI \geq 100$) in spring were *Brama japonica* and *Cubiceps squamicepsoides*, in autumn was *Brama japonica* only. There were three common species ($100 > IRI \geq 10$) in spring, *Auxis thazard*, *Decapterus macrosoma* and *Thysanoteuthis rhombus*, while only two species *Arothron meleagris* and *Thunnus albacora* in autumn. The distribution of dominant species *S. oualaniensis* mantle length and *A. tapeinosoma* fork length were different in two seasons, among which *S. oualaniensis* was bigger in spring, while *A. tapeinosoma* was bigger in autumn. The average of catch rate was $460.73 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ in spring, $152.45 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ in autumn. The distribution of catch rate were different in two seasons. In spring, except C20, the high catch rate mainly concentrated in the stations near the Philippines, but in autumn the high catch rate mainly concentrated in the east side of the Hainan Island. *S. oualaniensis* presented a high frequency of occurrence, the highest catch rate appeared in station C8, was $391.30 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$. However, the highest catch rate of *A. tapeinosoma* appeared in station C20, was $5815.39 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$, its frequency of occurrence was low.

Key words: northern South China Sea; light falling-net; catch composition; catch rate; spatial and temporal distribution