水産研究・教育機構 機関リポジトリ
FRA Japan Fisheries Research and Education Agency Institutional Repository

LED水中集魚灯を装着した定置網の漁獲に関する報告 島根県浜田市における定置網漁業の試行事例

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 水産大学校 公開日: 2024-10-11 キーワード (Ja): キーワード (En): set-net; fishing lamps; LED; fisheries; fishery resources; fishery management; fishery oceanography; behaviour 作成者: 田上, 英明, 毛利, 雅彦, 立脇, 英明, 梶川, 和武, 佐藤, 駿, 中村, 武史, 川崎, 潤二, Ruitton , Sandrine, 水口, 千津雄, 濱野, 明, 吉村, 和正 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2012046

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Journal of National Fisheries University 63 (2) 97−109 (2015)

LED 水中集魚灯を装着した定置網の漁獲に関する報告

―― 島根県浜田市における定置網漁業の試行事例 ――

田上英明[1,2†], 毛利雅彦[3], 立脇英明[4], 梶川和武[1], 佐藤　駿[4], 中村武史[1],
川崎潤二[1], Sandrine Ruitton[2], 水口千津雄[5], 濱野　明[1], 吉村和正[6]

Fish catches by the use of set nets equipped with LED underwater fishing lamps: a preliminary experiment on set net fishing in Hamada, Shimane Prefecture

Hideaki Tanoue[1,2†], Masahiko Mohri[3], Hideaki Tatewaki[4], Yoritake Kajikawa[1],
Shun Satoh[4], Takeshi Nakamura[1], Jyunji Kawasaki[1], Sandrine Ruitton[2],
Chizuo Mizuguchi[5], Akira Hamano[1] and Kazumasa Yoshimura[6]

Abstract: From July 14 to November 14, 2011, experimental fisheries were carried out grounds off Hamada, Shimane Prefecture. For 31 of 62 fishing days, LED underwater fishing lamp was switched on lighting entrance of the set net. The catches of the main fish species were checked using the fisheries diaries and slips of landed fishes. The total catches for all days of the experiment were 7,890 kg. The fishing biomass was higher when the light was switched on (4,692 kg) than it was off (3,198 kg). When the light was on, the most caught fish was Japanese jack mackerel, whose catches accounted for 24% of the total hauls. Threeline grunt constitutes 23% of the fishing, squids, 14% and yellowtails, 11%. As a result, no significant difference was observed in the composition of fish species caught between the two types of lighting condition. However, the catches of the top three species, which are regarded as species having a positive phototaxis, tend to increase when the light was on. The catches of yellowtails, species with a low phototaxis, were sporadic, independent of the light, but mostly of small individuals (70 cm or less in body length). As a matter of fact, these phenomena may be the effect of LED underwater fishing lamps and suggested that small and large individuals of yellowtails could be influenced in different way. More detailed investigations would be required to look into this issue.

Key words: Set-net, Fishing lamps, LED, Fisheries, Fishery resources, Fishery management, Fishery oceanography, Behaviour

---

[1] 水産大学校海洋生産管理学科 (Department of Fisheries Science of technology, National Fisheries University)
[2] エクス・マルセイユ大学地中海海洋学研究所 (Aix-Marseille University, Mediterranean Institute of Oceanography (MIO), CNRS/INSU, IRD, UM 110)
[3] 水産大学校水産学研究科 (Graduate School of Fisheries Science, National Fisheries University)
[4] 水産大学校海洋生産管理学科学生 (Under graduate student, Department of Fisheries Science of technology, National Fisheries University)
[5] 水口電装株式会社 (Mizuguchi-Densou co.)
[6] 山口県産業技術センター (Yamaguchi prefectural industrial technology institute)
[†] 別刷り請求先 (corresponding author): h-tanoue@fish-u.ac.jp

緒　言

定置網漁業では，魚群の来遊に適した一定の水面に相当期間にわたって漁具を敷設し，入網した魚群を定期的あるいは不定期に取り上げる漁法が用いられる[1]。一般には誘い入れた魚を取り囲む身網と，身網へ魚群を誘導する垣網から構成され，岸から沖へ向けて垣網を，その先に身網を取り付ける[2]。一定期間，魚を活かしておけるという点から，出荷調整や鮮度の高さで魚価の高価格化を図ることも可能となる[3]。さらに設置した網がイカ類の産卵場や小魚の育成場になっているという副次的効果も報告されている[4]。

持続的な水産物の供給を行っていくうえで，環境への負荷が小さい漁業が求められる中，定置網漁業は，操業に要するエネルギー消費が少なく，生息場への影響の少ない漁業として注目されている[5]。しかし，我が国における定置網漁業の総漁獲量は，1980年代後半を境に減少が続く状況にある[6]。この減少傾向は，浮魚類の漁獲量減少が顕著な山陰地方においても例外ではなく，本調査研究の対象とした島根県浜田市の定置網漁業においても漁獲量の減少が続いている。

定置網の漁獲量の増大や操業の効率化のための課題のひとつに垣網に遭遇した魚群の入網率向上があげられる。平元ら（1994）による定置網における魚群の行動調査では，垣網に遭遇した魚類の3割程度が身網に入網せず逃避することが報告されている[7]。これを解決する手段のひとつとして考えられるのが集魚灯の使用である。集魚灯を使用した漁法が確立されている漁業には，イカ釣り漁業や巻網漁業などがあり，これらの漁業では，走光性のある漁獲対象種を光によって蝟集させ，効率よく漁獲を行うことができる[1]。

定置網漁業において集魚灯を使用した事例としては，大電力の集魚灯を装備した漁船によって魚群を定置網へ誘導した実験がある。この実験では，表層遊泳魚種など走光性のある魚種について漁獲量の向上が確認されている[8][9]。しかし，燃油価格の高騰や魚価の低迷が続く中，漁業経営コスト削減のため，省電力の光源の使用が求められていること[10]，また，我が国の漁業の特性として，定置網が設置される沿岸域では，操業する漁業者が多く，漁法も多岐に渡り，一定の水面を独占して操業を行う定置網において，大電力の集魚灯を用いた集魚は，他の漁業との間で問題が生じる可能性が高いことなどが予想されている[11]。

このような事情を踏まえ，舛田ら（2012）は，長崎県対馬において小電力のハロゲン水中灯を使用した実験を行っている[11]。この実験では，大電力の集魚灯で魚群を蝟集するのではなく，夜間に垣網周辺に来遊した魚群を小電力の水中灯で滞留させ，夜明け前に集魚灯を消すことで，滞留した魚群を身網へと効率的に誘導する方法を用いている。このような実験の成果は，定置網漁業に対する集魚灯の実用化を目指すうえで課題となる漁業調整等の解決につながる可能性もあり，今後，他の地域においても同様な実験を行い，事例を積み重ねることが望まれる。

本調査研究では，島根県浜田市の漁業者の協力によって定置網に水中集魚灯を取り付けて，その漁獲量を確認する機会を得ることができたので，ここに報告する。使用した水中集魚灯は，ハロゲンライト[11]の約半分の消費電力のバッテリー式の発光ダイオード（Light Emitting Diode, LED）灯である。新たな漁法の開発を目指す実験とは言っても我が国の切迫した漁業経営が続く中では，その実施に対して漁業者等の同意を得ることが容易ではない状況下にある。本報では，その数少ない機会で得られた知見を，将来の定置網におけるLED水中灯使用による漁獲効果の検証実験の事前情報として活用するため，集魚灯を燈した点灯日及び，燈さなかった消灯日の漁獲結果を示すことに加え，それらの結果をふまえたうえでの今後の調査研究における課題について論議することとした。

材料と方法

2011年7月14日から同年11月14日の期間に島根県浜田市沿岸の定置網漁場において調査研究を行った（Table 1）。調査期間中，点灯日と消灯日を可能な限り交互に設定して，操業日ごとの漁獲量と漁獲種を操業日誌から調べた。休業日や台風等によって操業を行わなかった日は，集魚灯を消灯し，集計の対象から除外した。

調査を行った定置網は，垣網，運動場，昇り網，箱網からなる両口の底建網で，身網の全長は約80m，垣網の全長は約260m，水深27m以深に設置されていた。本研究では，魚類全般の視感度がピークとなる500nm[12]を主に発光する青緑と発光効率が高い白を組み合わせて点灯できるLED灯（水口電装(株)製・32W）を用いた。ここでの電源は，容量48Ahのバッテリーを使用した。それらを定置網の端口から10m，垣網から10m，水深6mの位置に設置した（Fig. 1）。水中集魚灯のバッテリーは，基本的には2日1回の頻度で交換した。漁獲試験期間中の定置網の網揚げ時刻は，おおよそ午前6時であった。

Table 1. Experimental conditions

Day	Light (on/off)	SST (°C)	Lunar age	Hours of sunlight (h/day)
2011/7/14	off	26.5	12.8	10.5
2011/7/15	on	26.0	13.8	11.8
2011/7/18	off	25.8	16.8	1.5
2011/7/22	on	24.9	20.8	2.0
2011/7/24	on	24.7	22.8	9.2
2011/7/25	off	24.6	23.8	5.7
2011/7/26	on	24.8	24.8	3.1
2011/7/27	off	24.9	25.8	0.8
2011/7/28	on	24.8	26.8	9.2
2011/7/29	off	24.7	27.8	12.1
2011/7/31	on	25.5	0.3	3.4
2011/8/2	off	27.7	2.3	6.6
2011/8/3	on	26.5	3.3	7.7
2011/8/4	off	27.0	4.3	12.1
2011/8/5	on	27.0	5.3	10.2
2011/8/8	on	27.5	8.3	7.6
2011/8/9	off	27.8	9.3	9.1
2011/8/10	on	27.5	10.3	12.2
2011/8/11	off	27.0	11.3	3.1
2011/8/12	on	27.2	12.3	8.3
2011/8/13	off	27.7	13.3	9.2
2011/8/18	off	26.8	18.3	1.1
2011/8/19	on	26.5	19.3	0.3
2011/8/22	off	26.4	22.3	0.2
2011/8/23	on	26.5	23.3	0.0
2011/8/24	off	26.5	24.3	0.5
2011/8/25	on	26.3	25.3	6.6
2011/9/2	off	26.5	4.0	0.0
2011/9/6	off	25.5	8.0	11.9
2011/9/7	off	26.0	9.0	12.1
2011/9/9	off	26.2	11.0	5.0
2011/9/11	on	26.5	13.0	8.6
2011/9/13	off	27.5	15.0	11.1
2011/9/14	on	27.0	16.0	11.8
2011/9/16	off	26.7	18.0	2.9
2011/9/24	on	23.8	26.0	11.8
2011/9/26	off	23.3	28.0	6.3
2011/9/29	on	23.7	1.7	1.4
2011/10/1	off	23.4	3.7	7.4
2011/10/3	on	23.2	5.7	5.7
2011/10/4	off	22.9	6.7	11.2
2011/10/7	on	23.1	9.7	8.1
2011/10/10	off	23.5	12.7	7.8
2011/10/13	on	23.8	15.7	6.3
2011/10/14	on	23.7	16.7	0.0
2011/10/20	off	23.5	22.7	9.6
2011/10/21	on	23.3	23.7	0.0
2011/10/25	on	23.0	27.7	0.5
2011/10/28	off	22.8	1.3	0.0
2011/10/30	off	22.5	3.3	0.0
2011/10/31	on	22.4	4.3	5.7
2011/11/1	off	22.5	5.3	9.9
2011/11/2	on	22.6	6.3	0.0
2011/11/4	on	22.5	8.3	9.2
2011/11/6	on	22.5	10.3	0.0
2011/11/7	off	22.4	11.3	2.1
2011/11/8	off	22.3	12.3	0.3
2011/11/9	on	22.8	13.3	1.5
2011/11/10	off	22.0	14.3	0.0
2011/11/11	on	21.8	15.3	1.5
2011/11/13	on	21.8	17.3	2.4
2011/11/14	off	22.0	18.3	3.2

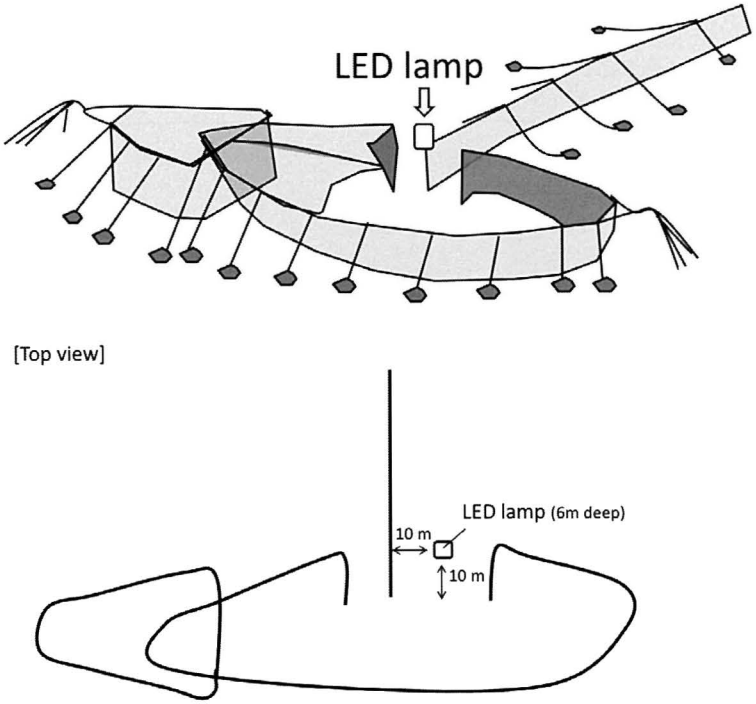

Fig. 1. Schematic layout of LED lamp on the set net.

結　果

調査期間における点灯・消灯日の総漁獲量，及び，主要漁獲種ごとの漁獲量とその時系列変化について以下に示す。なお，期間中に約70種が漁獲されたが，ここでは，漁獲量が多かった上位5種，イサキ（*Parapristipoma trilineatum*），イカ類（*Superorder Decapodiformes*），マアジ（*Trachurus japonicus*），ブリ類（*Seriola* spp.）について個別に結果を示し，それ以外の漁獲種をその他として取り扱った。上述の5種は，井上（1998）[13]や漁業者によって光が行動に影響を与えると考えられている種である。

点灯・消灯時における総漁獲量及び平均漁獲量

調査期間中（操業日数：62日）の総漁獲量は7,890kgであった。そのうち消灯日（操業日数：31日）の総漁獲量は3,198kg(41%)，点灯日（操業日数：31日）は4,692 kg(59%)であった（Fig. 2)。

消灯日（操業日数：31日）の1日当たりの平均漁獲量は，103.2kg（標準偏差：±70.5，範囲：0～295kg）(Fig. 3)，主な漁獲種は，イサキ，イカ類，マアジ，ブリ類であり，総漁獲量の占める各種の漁獲量の割合は，イサキが25%，イカ類が16%，マアジが16%，ブリ類が11%，その他が32%であった（Fig. 2)。

点灯日（操業日数：31日）の1日当たりの平均漁獲量は，151.4kg（標準偏差：±130.7，範囲：20～680kg）(Fig. 3)，主な漁獲種は，消灯日と同様であり，それらが占める漁獲の割合は，マアジが24%，イサキが23%，イカ類が14%，ブリ類が11%，その他が28%であった（Fig. 2)。

点灯・消灯時における主な漁獲種の平均漁獲量及び一日当たりの漁獲量の時系列変化

マアジの漁獲量：消灯日（操業日数：31日）のマアジの1日当たりの平均漁獲量は，16.0kg（標準偏差：±17.3，範囲：0～68kg）であった（Fig. 3)。調査開始日の7月14日から7月29日までは，日が進むにしたがって，漁獲量（範囲：19～68kg）が増加する傾向があったが，それ以降は減少傾向を示し8月2日から10月4日までの漁獲量は0～32kgの範囲にあった（Table 2)。10月10日以降の漁獲量は，15～42kgの範囲にあったが，11月7日から調査終了日の11月14日までの漁獲量は，平均漁獲量よりも低い値を示した（範囲：0～12kg)。

点灯日（操業日数：31日）のマアジの1日当たりの平均漁獲量は，35.7kg（標準偏差：±79.9，範囲：0～438kg）であった（Fig. 3)。調査開始日である7月15日に25kg

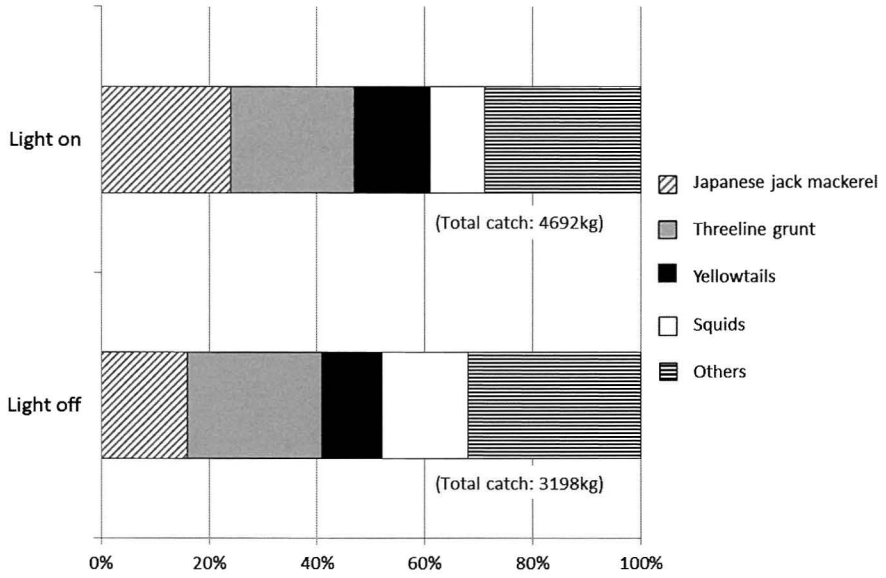

Fig. 2. Catch compositions of the set-net during the experiment.

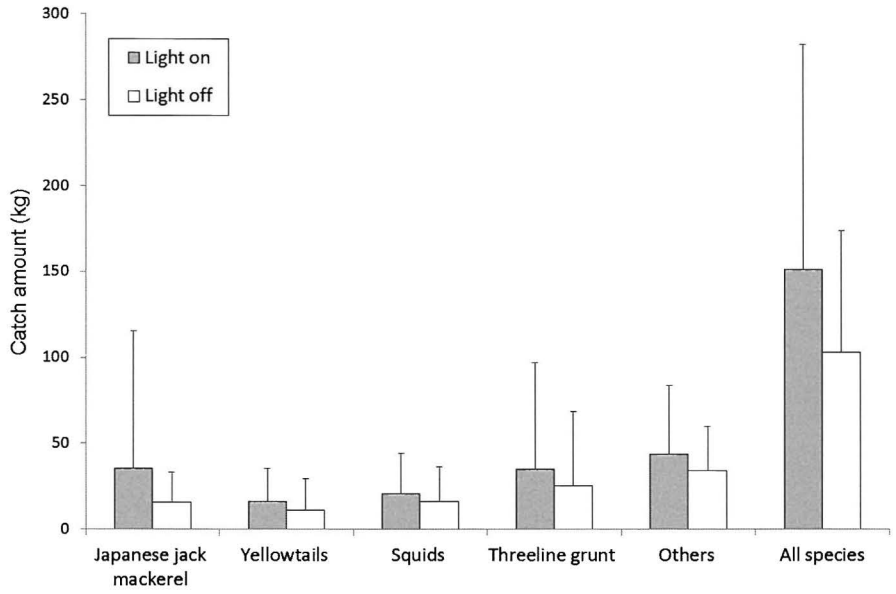

Fig. 3. Daly catches (kg) for all species, according the lighting (off/on). Error bars represent the standard deviation of the mean.

Table 2. Catch amounts (kg) with/without (on/off) lighting during the experiment

Day	Catch amounts (kg)											
	Japanese jack mackerel		Yellowtails		Squids		Threeline grunt		Others		All species	
	on	off	on	off	on	off	on	off	on	off	on	off
2011/7/14	–	19	–	0	–	7	–	0	–	20	–	46
2011/7/15	25	–	15	–	7	–	0	–	29	–	76	–
2011/7/18	–	16	–	8	–	0	–	0	–	34	–	58
2011/7/22	79	–	24	–	7	–	5	–	69	–	184	–
2011/7/24	149	–	56	–	31	–	15	–	51	–	302	–
2011/7/25	–	22	–	96	–	7	–	0	–	27	–	152
2011/7/26	46	–	40	–	47	–	0	–	44	–	177	–
2011/7/27	–	55	–	32	–	14	–	38	–	48	–	187
2011/7/28	32	–	16	–	27	–	122	–	33	–	230	–
2011/7/29	–	68	–	16	–	0	–	211	–	0	–	295
2011/7/31	26	–	62	–	17	–	161	–	31	–	297	–
2011/8/2	–	11	–	16	–	28	–	69	–	48	–	172
2011/8/3	26	–	32	–	0	–	7	–	35	–	100	–
2011/8/4	–	0	–	8	–	7	–	45	–	63	–	123
2011/8/5	7	–	32	–	7	–	15	–	12	–	73	–
2011/8/8	26	–	14	–	33	–	233	–	41	–	347	–
2011/8/9	–	32	–	7	–	44	–	90	–	43	–	216
2011/8/10	18	–	14	–	19	–	61	–	36	–	148	–
2011/8/11	–	6	–	8	–	7	–	56	–	37	–	114
2011/8/12	14	–	0	–	7	–	15	–	15	–	51	–
2011/8/13	–	0	–	14	–	0	–	0	–	21	–	35
2011/8/18	–	12	–	14	–	12	–	14	–	50	–	102
2011/8/19	0	–	0	–	5	–	8	–	7	–	20	–
2011/8/22	–	0	–	8	–	0	–	15	–	27	–	50
2011/8/23	0	–	7	–	5	–	8	–	15	–	35	–
2011/8/24	–	0	–	0	–	0	–	0	–	0	–	0
2011/8/25	10	–	48	–	7	–	0	–	19	–	84	–
2011/9/2	–	6	–	0	–	0	–	7	–	7	–	20
2011/9/6	–	10	–	8	–	6	–	74	–	99	–	197
2011/9/7	–	5	–	0	–	6	–	7	–	12	–	30
2011/9/9	–	7	–	24	–	5	–	5	–	31	–	72
2011/9/11	7	–	8	–	12	–	13	–	151	–	191	–
2011/9/13	–	23	–	0	–	78	–	23	–	17	–	141
2011/9/14	0	–	0	–	0	–	5	–	26	–	31	–
2011/9/16	–	0	–	0	–	0	–	5	–	30	–	35
2011/9/24	18	–	0	–	0	–	20	–	43	–	81	–
2011/9/26	–	6	–	0	–	0	–	0	–	35	–	41
2011/9/29	33	–	0	–	39	–	45	–	87	–	204	–
2011/10/1	–	25	–	0	–	27	–	25	–	29	–	106
2011/10/3	26	–	0	–	8	–	195	–	34	–	263	–
2011/10/4	–	5	–	0	–	7	–	65	–	7	–	84
2011/10/7	19	–	0	–	10	–	113	–	36	–	178	–
2011/10/10	–	31	–	0	–	24	–	25	–	88	–	168
2011/10/13	18	–	14	–	14	–	5	–	73	–	124	–
2011/10/14	6	–	14	–	0	–	5	–	25	–	50	–
2011/10/20	–	35	–	16	–	7	–	5	–	32	–	95
2011/10/21	12	–	0	–	28	–	0	–	20	–	60	–
2011/10/25	15	–	8	–	7	–	0	–	40	–	70	–
2011/10/28	–	15	–	23	–	52	–	5	–	92	–	187
2011/10/30	–	33	–	0	–	54	–	0	–	51	–	138
2011/10/31	438	–	0	–	42	–	0	–	200	–	680	–
2011/11/1	–	42	–	0	–	24	–	0	–	34	–	100
2011/11/2	10	–	0	–	21	–	0	–	30	–	61	–
2011/11/4	0	–	0	–	22	–	0	–	49	–	71	–
2011/11/6	21	–	8	–	84	–	0	–	40	–	153	–
2011/11/7	–	12	–	15	–	47	–	0	–	52	–	126
2011/11/8	–	0	–	24	–	26	–	0	–	22	–	72
2011/11/9	0	–	24	–	7	–	27	–	29	–	87	–
2011/11/10	–	0	–	14	–	17	–	0	–	5	–	36
2011/11/11	0	–	62	–	26	–	5	–	20	–	113	–
2011/11/13	26	–	0	–	104	–	0	–	21	–	151	–
2011/11/14	–	0	–	0	–	0	–	0	–	0	–	0

の漁獲があり，それ以降の漁獲量は，7月22日に79kg，7月24日に149kgであり，平均漁獲量よりも高い値を示した（Table 2）。その後の漁獲量は，9月24日まで0～45kgの範囲にあり，月日が進むにしたがい減少する傾向がみられた。9月24日以降の漁獲量は，6～33kgの範囲にあり，やや増加傾向がみられた。10月31日には438kgの漁獲があったが，それ以降の漁獲量は調査終了日まで0～26kgの範囲にあり，平均漁獲量よりも低い値を示した。

ブリ類の漁獲量：消灯日（操業日数：31日）におけるブリ類の1日当たりの平均漁獲量は，11.3 kg（標準偏差：±18.2，範囲：0～96kg）であった（Fig. 3）。調査開始当初の漁獲量は0～8kgの範囲にあり，平均漁獲量よりも低い値を示したが，7月25日は96kgの漁獲があった（Table 2）。その後，8月9日までの漁獲量は，7～32kgの範囲にあり，漁獲量の減少傾向がみられた。8月11日から9月9日までの漁獲量は0～24kgの範囲にあり，その後は，10月10日まで漁獲はなかった。10月20日以降の漁獲量は，0～24kgの範囲にあった。

点灯日（操業日数：31日）のブリ類の1日当たりの平均漁獲量は，16.1kg（標準偏差：±19.5，範囲：0～62kg）であった（Fig. 3）。試験開始日の7月15日から8月10日にかけての漁獲量は，14～62kgの範囲にあった（Table 2）。それ以降，8月25日には48kgの漁獲があったが，それ以外は10月7日までの漁獲量は0～7kgの範囲にあり，平均漁獲量よりも低い値を示した。10月13日から調査終了日までの漁獲量は0～62kgの範囲であった。

イカ類の漁獲量：消灯日（操業日数：31日）のイカ類の1日当たりの平均漁獲量は16.3kg（標準偏差：±220.0，範囲：0～78kg）であった（Fig. 3）。試験開始日の7月14日から9月9日にかけて漁獲量は，0～44kgの範囲であった（Table 2）。9月13日には78kgの漁獲があったが，それ以降の9月16日，9月26日では漁獲がなかった。10月1日以降，調査終了日までの漁獲量は0～54kgの範囲であった。

点灯日（操業日数：31日）のイカ類の1日当たりの平均漁獲量は，20.7kg（標準偏差：±23.6，範囲：0～104kg）であった（Fig. 3）。試験開始日の7月15日から7月26日までの漁獲量は7～47kgの範囲であり，漁獲の増加傾向がみられた（Table 2）。その後，8月3日までの漁獲量は，0～27kgの範囲であり，漁獲の減少傾向がみられたが，8月7日から8月12日にかけての漁獲量は7～33kgの範囲であった。それ以降，9月24日までの漁獲量は，0～12kgの範囲であり，平均漁獲量よりも低い値を示した。9月29日以降，10月25日までの漁獲量は，0～39kgの範囲あった。それ以降，11月13日までの漁獲量は，7～84kgの範囲であり，11月13日には104kgの漁獲があった。

イサキの漁獲量：消灯日（操業日数：31日）のイサキの1日当たりの平均漁獲量は，25.3kg（標準偏差：±43.3，範囲：0～211kg）であった（Fig. 3）。試験開始日の7月14日から7月25日までは漁獲はなかったが，7月27日以降，8月11日までの漁獲量は38～211kgの範囲であり，平均漁獲量よりも高い値を示した（Table 2）。その後，8月13日から8月24日まで0～15kgの範囲であった。9月2日から10月28日までの漁獲量は0～74kgの範囲であったが，10月30日から調査終了日まで漁獲がなかった。

点灯日（操業日数：31日）のイサキの1日当たりの平均漁獲量は，34.9kg（標準偏差：±62.2，範囲：0～233kg）であった（Fig. 3）。試験開始日の7月15日から7月26日までの漁獲量は，0～15kgの範囲であり，平均漁獲量よりも低い値を示したが，7月28日以降，8月12日までの漁獲量は7～233kgの範囲であった（Table 2）。その後，8月19日から9月14日までの漁獲量は0～13kgの範囲で平均漁獲量よりも低い値を示したが，9月24日以降，10月7日までは20～195kgの範囲であった。その以降，調査終了日まで11月9日に27kgの漁獲があったが，それ以外は0～5kgの範囲であった。

考　察

調査期間中に得られた集魚灯の点灯日（操業日数：31日）の漁獲量が総漁獲量に占める割合は，消灯日（操業日数：31日）に比べ約18%高く，マアジ，イサキ，イカ類，ブリ類の漁獲種別でも点灯日（操業日数：31日）の漁獲量が消灯日（操業日数：31日）に比べ高かった。ただし，自然環境に大きく依存する漁業の特性上，今回の結果が集魚灯だけの影響によるものと結論づけることはできない。1日単位で漁獲量の変化を時系列的にみると点灯・消灯日それぞれに多様な漁獲の変化がみられ，集魚灯以外の条件に漁獲が依存していることが推察される。そこで，ここでは集魚灯以外の要因にも視点を向けるため，以下に好適環

境要因を加味した漁獲量変化の影響について考察するとともに今後の水中集魚灯の効果判定に関わる実験を遂行うえでの課題について示すこととする。

漁獲量の変化を左右する要因として，この度は気象庁のホームページ[14]から入手することができた海面水温，月齢，日照時間の環境要因を加味しつつ考察する。これらの要因について考察した理由は，一般に水温は漁獲対象種の空間分布，月齢と日照時間は集魚灯の効果に影響すると考えられているためである。水温については，それぞれの魚種の好適との関係について，月齢については月照の影響に加え，潮汐の変化の指標とした。日照時間は，雨天や曇り等の天候によって変化する月照への影響に対する指標として用いることとした。

マアジに対する集魚：マアジの好適水温帯は15～25℃であることが知られている[13]。本調査では，8月～9月に海面水温が26℃を超える条件を示し，それに伴いマアジの漁獲量が減少する傾向を示した（Fig. 4）。9月下旬以降，海面水温の低下に伴い，漁獲量が増加した。以上のことから本調査において，マアジの漁獲量の変化は過去の水温に対する知見と同様な傾向を示し，水温に影響があったことと考えられる。このことを考慮したうえで集魚灯による漁獲量の変化についての影響を検討するため，まず，海面水温が26℃を超えることが比較的少なかった7月について考察する。7月において漁獲量のピークを示した点灯日（24日）と消灯日（29日）に着目すると，点灯した日（149kg）は消灯の日（68kg）に比べて2倍以上の漁獲量を示した。このことは，走光性の強いことが知られているマアジについては集魚灯が効果的な影響を及ぼしたものと推察することができる可能性がある。両日とも水温（24日，29日：24.7℃）だけでなく，日照（24日：9.2h/day，29日：12.1h/day）に関して，ほとんど類似した値であったが，月齢（24日：22.8，29日：27.8）については，若干の違いがあったため，潮汐の影響を受けていた可能性もある。また，この点灯日の前日（23日）が休業日であったため，箱網は揚げていたが，蝟集性のあるマアジが運動場等に滞留していたという可能性もある。今後，このような状況に関して詳細な検討が必要である。次に，水温が低下した10月においては，点灯日に突出した漁獲のピークがみられた（31日：438kg）。しかし，その後，同様な状況がみられなかったことから，ここでは点灯が漁獲量を増加させたと断定することはできない。点灯の影響を示す可能性のある突出した漁獲がみられた場合は，本調査で対象とした定置網だけでなく，集魚灯を設置していない他の定置

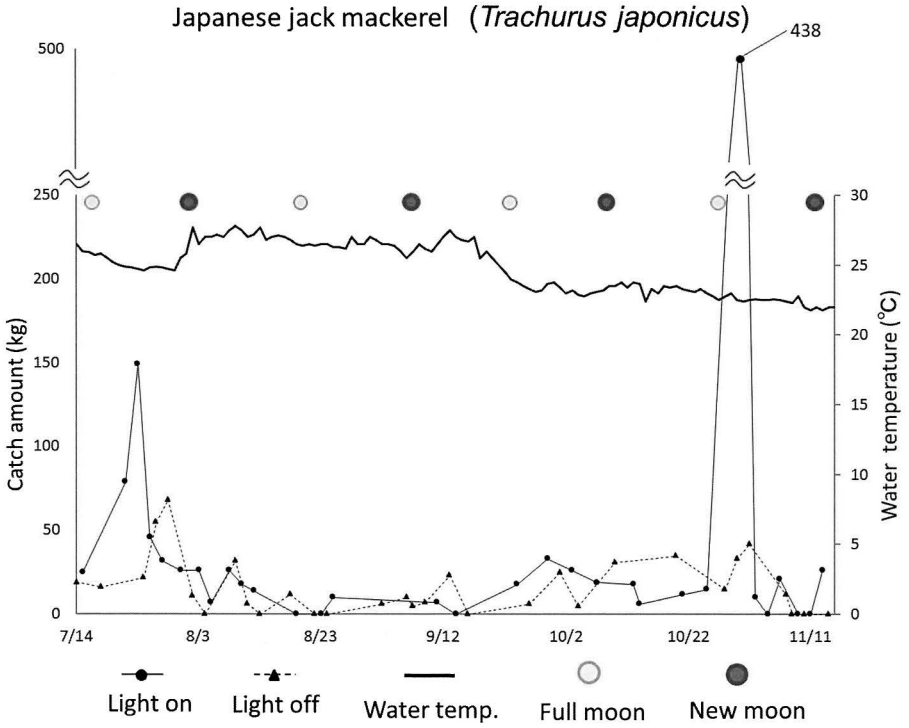

Fig. 4. Daily catch (kg) of Japanese jack mackerel with/without lighting (on/ off) in time-series. The sea surface temperature and the lunar age are indicated.

網の漁獲状況等も調査したうえで点灯の影響について判断することが求められる。

ブリ類に対する集魚：ブリ（*Seriola quinqueradiata*）については，弱い正の走光性があると考えられているが[13]，本調査研究において過去の研究事例を調べた限りでは，そのことを示すための十分な実験結果の知見を得ることができなかった。そこで本研究では，サイズの違いによって漁獲特性があるという漁業者からの聞き取り情報をもとに，その特性を確認するため，ブリ類の水揚げ伝票にブリと記載されているものをブリの大型個体とし，ツバス，ワカナ，マルゴと記載されているものをブリの小型個体とし，それ以外のブリ類の漁獲を除いたうえで，大型（およそ体長 70㎝以上）と小型のサイズ別に集魚灯に関する漁獲特性について考察を以下に行うこととする。

小型のブリについては，好適水温帯は 12～18℃[13]であることが知られている。本研究においても海面水温が 26℃以上の水温時期には，小型のブリはほとんど漁獲されておらず，高水温に対して漁獲が落ちる傾向を示した(Fig. 5)。小型のブリの漁獲のピークがみられた点灯日（7 月 24 日）と消灯日（7 月 25 日)に着目すると，点灯時の漁獲量がそれ以前に比べ減少したものの，その漁獲量はおおよそ 50kg を保っていた。その他の調査日では，点灯時の方が消灯時の漁獲量を上回っていたため，小型のブリに対しては集魚灯による誘集効果が期待できる可能性がある。今後，そのことを明らかにするため継続的な調査を行うことが求められる。

大型のブリについては，調査期間を通して 2 回しか漁獲されておらず（Fig. 6)，集魚灯の効果が見られないばかりか，漁獲量を減少させる負の効果がある可能性も考えられる。但し，このことを確認するためには，夏季に比べ漁獲が増大すると考えられる冬季に調査を行い，データの蓄積をもとに判断する必要がある。

イカ類に対する集魚：イカ類の好適水温帯は 10～18℃[13]と考えられている。本調査のイカ類の漁獲量は，高水温期に低下する傾向を示し，9 月下旬以降に水温が下がり始めると漁獲量が増加した。本調査研究のイカ類の漁獲に関する水温の影響については過去の知見と同様な傾向がみられたと判断できる（Fig. 7)。イカ類は，集魚灯漁業の代表となる漁獲対象種であり，特に正の走行性があることが一般的に知られている。そのため，以下において，本研究の調査期間中にみられた複数の漁獲のピークのうち，集魚灯の効果に影響があると考えられる月照に視点を置くこととする。まず，満月近くに点灯した日（9 月 11 日）は，消灯日（9 月 13 日）に比べ漁獲量が少なく，月照によりイカ類が集魚灯を認識しにくく，誘集効果が十分に発揮されなかった可能性があると推測される。一方，日照時間が 0 時間で夜間に空は雲が覆われ月照の影響が少なくなったと考えられる点灯日（11 月 6 日）と消灯日（11 月 7 日）では，イカ類に集魚灯が認識されやすい状況であったことから，点灯（6 日）の方が漁獲量は多かったと推察される。日照時間が 2.4 時間と少なかった点灯日（11 月 13 日）と 3.2 時間の消灯日（11 月 14 日）においても，点灯日の方が漁獲は多かった。以上のことから，イカ類の定置網に対する集魚灯による誘集効果があると考えられる。ただし，マアジの考察で述べたと同様に点灯日（11 月 6 日，11 月 13 日）の前日が休業であった日があり，それらの日は前日に運動場等に滞留していた個体を含んだ漁獲量となった可能性もある。今後，点灯による効果の正確な判断を行うために，滞留状況等，定置網内におけるイカ類の行動に関する調査を行うことが求められる。

イサキに対する集魚：イサキついて，本調査では海面水温が 26℃以上になる時期に漁獲量が減少する場合もみられたが（Fig. 8)，その傾向について，本調査結果と過去の調査研究報告の知見からだけでは，夏場の高水温が漁獲へ影響を及ぼすと判断することができなかった。海面水温が 26℃より低い状況がみられた 7 月下旬においては，消灯日（7 月 29 日）に漁獲のピークがみられたという特徴があった。但し，その日以外にもその前後の点灯日において 100kg を超える漁獲量があったため，集魚灯を点灯したことが漁獲量の減少につながったとは判断できない。イサキについては，一般に潮汐の影響が大きいと考えられている。上述の消灯日と点灯日のどちらともが大潮であったことを考えると，それらの日の漁獲量の増加傾向は，潮通しが良かったことが影響した可能性が考えられる。8 月において漁獲のピークがみられたのは，表面水温が 27℃を超えていた点灯日（8 月 8 日）であった。その日は，翌日の消灯日（8 月 9 日）と比べて，水温，月齢，日照時間の各条件にほとんど差はなかったが，漁獲量が 2 倍以上の多い結果となった。また，水温が 26℃よりも下がった 10 月においても，点灯日（10 月 3 日）に漁獲のピークがみられた。その日は，翌日の消灯日（10 月 4 日）と比べ，日照が約半分であり，比較的雲が多く，月照の影響も少なかったと推察される。そのことが点灯日の方が消灯日に比べ漁

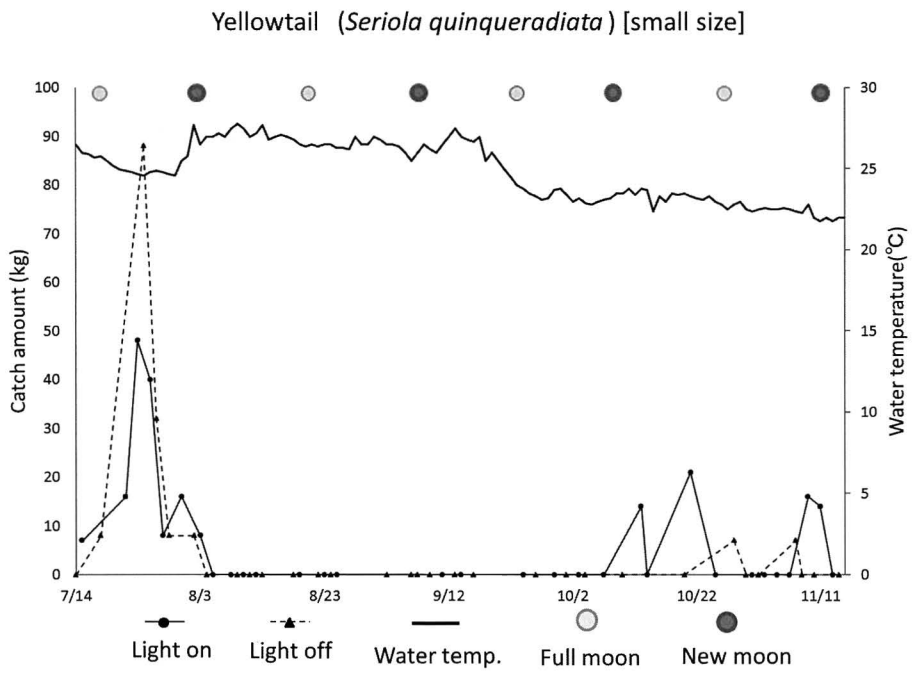

Fig. 5. Daily catch (kg) of yellowtail [small size] with/without lighting (on/off) in time-series. The sea surface temperature and the lunar age are indicated.

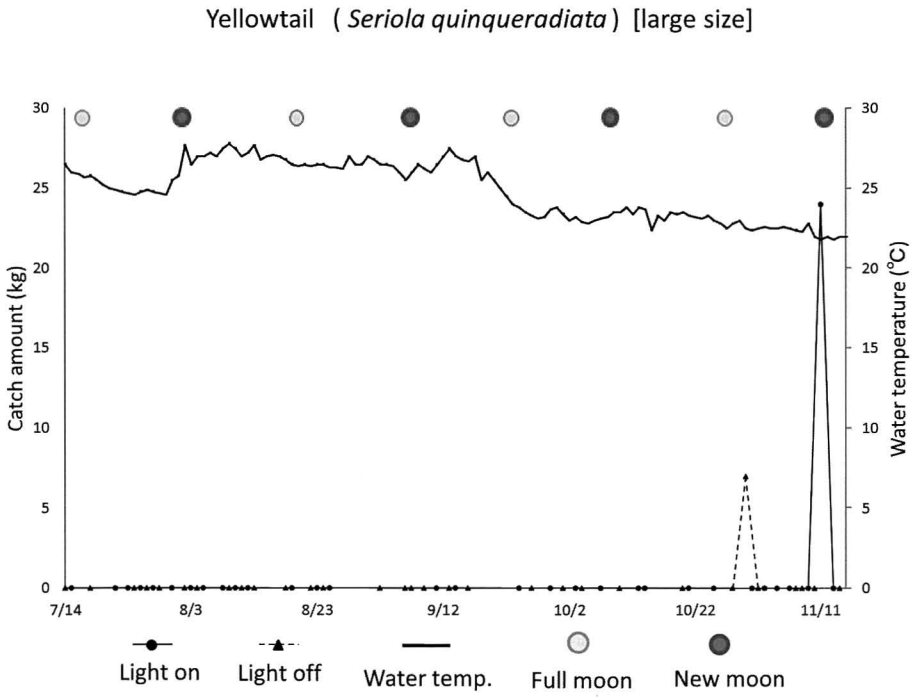

Fig. 6. Daily catch (kg) of yellowtail [large size] with/without lighting (on/off) in time-series. The sea surface temperature and the lunar age are indicated.

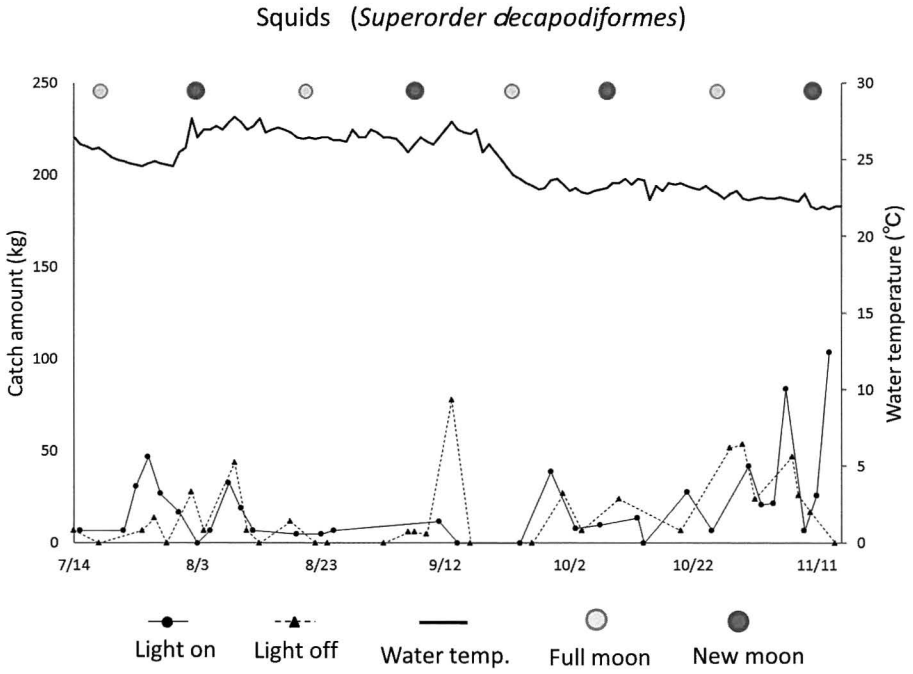

Fig. 7. Daily catch (kg) of squids with/without lighting (on/off) in time-series. The sea surface temperature and the lunar age are indicated.

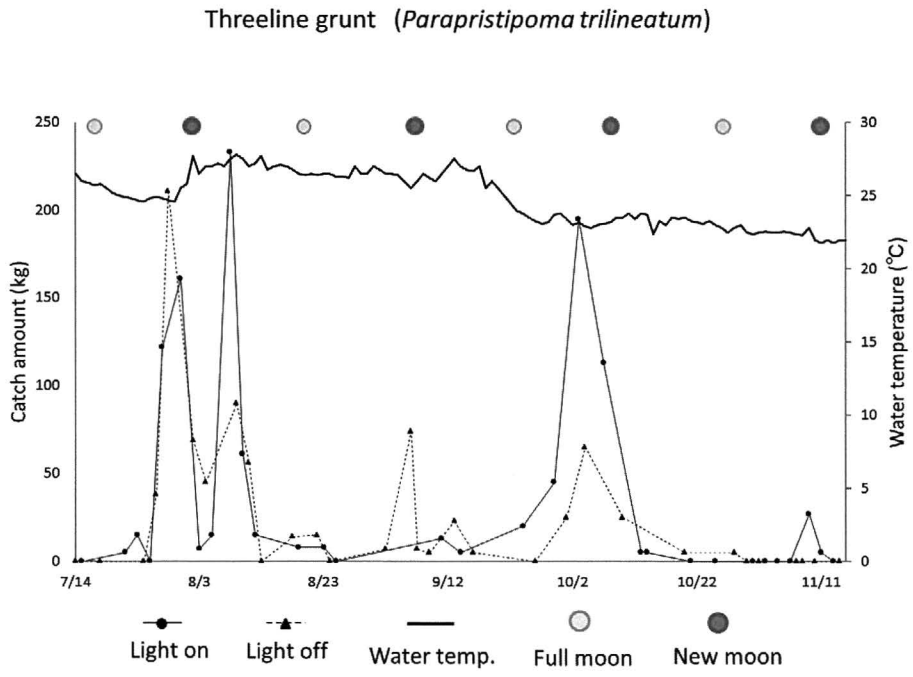

Fig. 8. Daily catch (kg) of threeline grunt with/without lighting (on/off) in time-series. The sea surface temperature and the lunar age are indicated.

獲量が約3倍の多かったことにつながる可能性もある。以上の点から，定置網においてイサキの漁獲を増加させるためには集魚灯は有効である可能性が考えられる。但し，上述した8月の点灯日（8月8日），10月の点灯日（10月3日）ともに前日が休業日であり，マアジ，イカ類の考察に述べたと同様，それらの日は，箱網は揚げていたが，蝟集性のあるイサキが運動場等に滞留していた可能性が考えられるため，その影響について検討が必要である。

今後の課題

以上において，本調査で得られた結果に基づき，既存の環境データから考えられる集魚要因を加味し，集魚灯の効果について考察を行った。

今後の課題としてLED水中集魚灯の正確な効果を把握し，有効な利用の方法を探るためには，調査水域において環境データの実測を行うとともに更なる漁獲データの蓄積によって統計等の解析を行い，より客観的な判断を示す必要があると考えられる。本研究における調査期間は7月14日から11月14日の4ヶ月間であり，その時期は夏季の高水温によって一般に漁獲量が低下する期間を含んでいた。そのため，集魚灯の効果を検証するには漁獲データが少ない状況であった。今後は，冬季を含め年間を通しての情報の収集が必要である。

理想的には，水中集魚灯の点灯・消灯による漁獲量の変化を把握するために，定置網を2つ用意し，片方にだけ集魚灯を点灯する実験を試行することが望まれる。しかし，一定の海域を占有するという定置網の性質上，こうした方法は，人的・経済的な視点から実現が困難な場合もある。そのような状況において，本調査のように1つの定置網にて実験を行うことが現実的ではあるが，その場合においても，より信頼のおけるデータを得るためには，1日おきに水揚げと集魚灯の切り替えを正確に行うことが必要と考えられる。

本研究では，連日調査の漁獲データだけでなく，前日が休業日等であった場合の漁獲データも含めて報告を行った。定置網のように，魚が運動場に進入する時刻と，箱網に入網する時刻とに時間差が生じると考えられる漁具については，このようなデータだけでは，集魚灯の効果について詳細に検討することは困難である。揚網間隔と漁獲量を調べること[15]，また，ソナーやテレメトリー等の方法によって，対象種が端口から運動場に進入し，箱網にまでの時間等を調べることで，水中集魚灯の効果検証の精度が向上できるものと期待される。

謝　辞

本調査研究のきっかけをいただいた水口電装株式会社に深く感謝申し上げる。調査を行う際には，水口電装株式会社の社員の方々にご協力頂いた。また，査読者から定置網における魚群の動態等について貴重なコメントいただいた。ここに厚く御礼を申し上げる。なお，本研究は，山口県産業技術センター受託（やまぐちグリーン部材クラスターLED応用技術の研究開発）の成果の一部である。

参考文献

1）金田禎之：日本漁具・漁法図説．成山堂出版，東京（1978）
2）能勢幸雄：漁業学．東京大学出版会，東京（1980）
3）山下弥三左衛門：定置網漁場・人工漁礁「その選び方と考え方」．東京書房，東京（1964）
4）島根県水産技術センターホームページ（http://www.pref.shimane.lg.jp/industry/suisan/shinkou/umi_sakana/3/3-08.html）
5）Suuronen P, Chopin F, Glass C, Lokkeborg S, Matsushita Y, Queirolo D, Rihan D：Low Impact and Fuel Efficient fishing—Looking beyond the horizon—, *Fish.Res*, 119-120: 135-146（2012）
6）水産庁ホームページ（http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kaimen_gyosei/index.html）2014年1月15日確認
7）平元泰輔：相模湾における定置網漁業の変遷－1．神奈川水試研報，15，15-19（1994）
8）宮本秀明：定置網漁論．河出書店，東京，214-215（1952）
9）徳永武雄，森勇，岩切欣弘，只安正昭：パイロット定置網企業化試験．漁具漁法試験研究報告書．長崎県総合水産試験場，362，83-97（1973）
10）梶川和武，伊藤貴史，毛利雅彦，渡邉俊輝：山口県日本海沿岸域のウルメイワシ棒受け網漁業のハロゲン水中集魚灯とLED水中集魚灯の配光特性．水産大学校研究報告，59（4），273-279（2011）
11）舛田大作，熊沢泰生，武内要人，甲斐修也，松下吉樹：垣網への水中集魚灯による定置網の漁獲の変化，日水誌，78，870-877（2012）

12) 長谷川英一：集魚灯利用旋網の漁獲過程と魚類の行動に関する研究．日水誌，61，485-489（1995）
13) 井上実：魚の行動と漁法．恒星社厚生閣出版，東京（1978）
14) 気象庁ホームページ
(http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/monthly_s1.php?prec_no=68&block_no=47755&year=2011&month=&day=&view=)
15) 秋山清二，有元貴文：定置網の揚網間隔と漁獲量，水産学会誌，63，340-344（1997）