

1998～2021 年の大分県瀬戸内海域で確認されたクルマエビ有漁時 CPUE の 時空間変化

崎山和昭*^a, 佐藤 琢*^b, 堀切保志*^c

大分県農林水産研究指導センター水産研究部北部水産グループ

Spatiotemporal Changes in positive catch CPUE of Kuruma Prawn *Marsupenaeus japonicus* in Seto Inland Sea around Oita Prefecture from 1998 to 2021

KAZUAKI SAKIYAMA, TAKU SATO AND YASUSHI HORIKIRI

Northern Fisheries Group, Fisheries Research Division, Oita Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Research Center

キーワード：大分県瀬戸内海域，漁獲実態，クルマエビ，小型底びき網，刺網

クルマエビ (*Marsupenaeus japonicus*) は、我が国ではお中元やお歳暮等の贈答用商材として扱われ、商業価値が非常に高い甲殻類の一種である。本種は北海道南部から沖縄にかけて広く分布し、瀬戸内海は国内で有数の漁場の一つである。¹⁾瀬戸内海に面する大分県では、1990～2002年に本種の漁獲量が全国一位となっており（「海面漁業生産統計調査」農林水産省）、現在でも重要な魚種と位置づけられている。しかしながら、近年の本種の漁獲量は、その盛期に比べ大きく減少し、低迷を続けている（図1）。このような状況から、本種については長年にわたり栽培漁業による資源造成が試みられてきたが、現在までに漁獲量の回復に至っていない（図1）。

近年、本県を含む瀬戸内海域において本種の資源生態調査が精力的に取り組み、これまでに漁獲物の小型化、²⁾産卵量の低下や産卵時期の遅れ、さらには稚エビの加入時期の遅れや生息密度の低下が確認されている。³⁻⁹⁾現在の瀬戸内海域における本種資源では、以上のような再生産部分に生じた問題により、かつての漁獲量が多かった時代にはみられなかった資源状態の悪化が漁獲量の低迷を招いていると考えられている。⁵⁻⁹⁾

本研究では、当グループが長年にわたって瀬戸内海域のクルマエビ漁業者に操業条件や漁獲量を記録するよう依頼している標本船日誌を解析し、漁獲実態の変化を可視化するとともに、本県瀬戸内海域で確認されているクルマエビ資源状態の悪化が、どのように本種の漁業に影響を及ぼしたかを考察した。

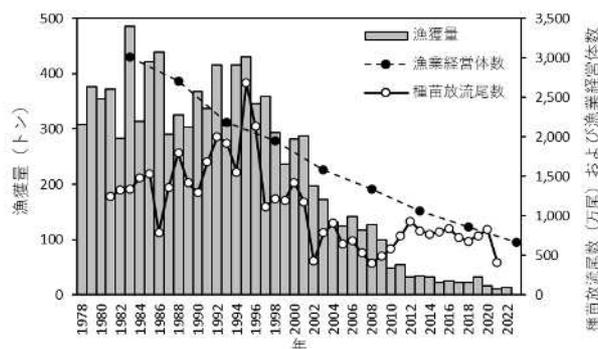


図1 大分県瀬戸内海区におけるクルマエビ漁獲量と人工種苗の放流尾数および漁業経営体数の経年変化

漁獲量は「海面漁業生産統計調査」（農林水産省）を加工して作成。種苗放流尾数は大分県農林水産部水産振興課調べ、漁業経営体数は「漁業センサス 主とする漁業種類別経営体数」（農林水産省）を加工して作成。

材料と方法

標本船の選定 本県瀬戸内海域でクルマエビを漁獲する漁業種類は、知事許可漁業である刺網漁業（流し刺網を含む、以下、刺網）と小型底びき網漁業（以下、小型底びき網）である。¹⁰⁾標本船の選定基準は、原則10年以上同一の漁業種類を継続し、かつクルマエビの漁獲実績を有するとした。本研究では、上記基準で選定された刺網漁船について、大分県漁業協同組合宇佐支店（以下、支店名のみ記す）で1隻、姫島で2隻および日出で1隻の計4隻、小型底びき網漁船については中津で2隻、宇佐で1隻、杵築で5隻および日出で1隻の計9隻を解析の対象とした。記帳

*^a 現所属：大分県農林水産部水産振興課

*^b 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産技術研究所

*^c 現所属：大分県農林水産研究指導センター

を依頼した項目は、操業日、漁獲した魚種名、漁獲量および操業位置とし、操業位置については操業区域を緯度および経度 1 分単位で小海区として区分した地図に印を付けてもらうようにした。対象標本船の操業情報を表 1 に示す。

表 1 標本船の操業情報

標本船	漁業種類	海域	地区	調査年	操業可能月	備考
A	刺網	周防灘	宇佐	1998～2021	周年	固定式刺網
B	刺網	周防灘・伊予灘	姫島	1998～2012	7～12月	流し刺網
C	刺網	周防灘・伊予灘	姫島	2011, 2013～2021	7～12月	流し刺網
D	刺網	伊予灘	日出	1998～2020	周年	固定式刺網
E	小型底びき網	周防灘	中津	2000～2021	周年	手繰第2種, 手繰第3種
F	小型底びき網	周防灘	中津	2006～2021	周年	手繰第2種, 手繰第3種
G	小型底びき網	周防灘	宇佐	2000～2021	周年	手繰第2種, 手繰第3種
H	小型底びき網	伊予灘	杵築	2000～2021	周年	手繰第2種
I	小型底びき網	伊予灘	杵築	2000～2021	周年	手繰第2種
J	小型底びき網	伊予灘	杵築	2000～2021	周年	手繰第2種
K	小型底びき網	伊予灘	杵築	2000～2021	周年	手繰第2種
L	小型底びき網	伊予灘	杵築	2010～2021	周年	手繰第2種
M	小型底びき網	伊予灘	日出	2000～2019	周年	手繰第2種

なお、本調査期間中、姫島のくるまえび流し刺網漁業において操業時間が次のとおり変更している。姫島のくるまえび流し刺網漁業の操業時間は 1998 年 7 月 1 日から 2016 年 9 月 5 日まで「日没から日出まで」であるが、2016 年 9 月 6 日以降は 7～9 月の操業時間が日没の 1 時間前から日出の 1 時間後までとなり、1 日あたり 2 時間延長している（10～12 月は変更なし）。その他の対象標本船が営む大分県知事許可漁業の制限措置（許可又は起業の認可をすべき船舶等の数および船舶の総トン数又は漁業者の数、推進機関の馬力数、操業区域、漁業時期）に変更はなかった。

標本船データの集計および解析方法 刺網では、宇佐、姫島、日出の地区ごとにデータを集計した。小型底びき網では、操業場所が海域（灘）単位で割り当てられていることから、中津と宇佐を周防灘、杵築と日出を伊予灘として集計した。標本船の所在地を図 2 に示す。

調査期間は、刺網では 1998～2021 年の 24 カ年、小型底びき網では 2000～2021 年の 22 カ年とした。当グループの標本船日誌ではゼロ・キャッチの結果が得られた場合に、それがクルマエビを目的とした操業の結果か否かを判断できなかったことから、本研究では本種を漁獲した操業日、すなわち有漁時における 1 日・1 隻あたりの本種漁獲量 (kg)（以下、有漁時 CPUE）を抽出し、年別および月別の平均値もしくは中央値を算出した。また、漁獲日数は本種を漁獲した日数（ゼロ・キャッチを除く）とし、年別および月別の平均値もしくは中央値を算出した。また、各年の漁獲があった月数の合計を漁期とし、この経年変化から漁期の短縮の有無を調べた。

クルマエビの漁獲場所（緯度および経度）は次のように求めた。有漁時に利用したすべての小海区の緯度および経度から緯度および経度の中央値を算出し、それをその漁獲日の漁獲場所とした。その後、統計解析ソフト“R4.4.2”を使用し、漁獲場所ごとに有漁時 CPUE の年別平均値を算出して地図上に示した。地図の作成には GADM database(www.gadm.org)のデータ (version4.1) を利用した。各年の漁獲場所数から漁場の縮小の有無について確認した。また、各年で漁獲場所の緯度および経度それぞれで中央値を算出し、それらの経年変化から漁場の南北偏、あるいは東西偏について調べた。

なお、各項目の経年変化の増減傾向については、Jonckheere-Terpstra 検定により統計処理を行い、有意水準は 0.05 とした。

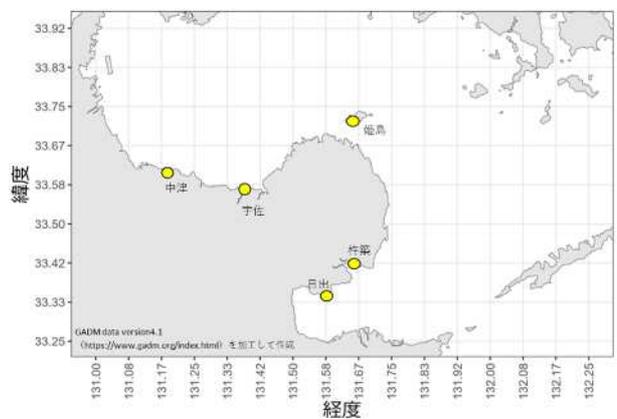


図 2 標本船の所在地

図中の丸は標本船が所属する大分県漁業協同組合各支店の所在地を示す。

結 果

刺網 有漁時 CPUE の経年変化を図 3 に示した。宇佐では 1998 年の中央値は 2.25 kg/日・隻であったが、その後徐々に減少し、2013 年には 0.70 kg/日・隻であった。2014 年には一時的に 3.00 kg/日・隻に増加したが、その後急減し、2016 年以降には 1.00 kg/日・隻未満の低水準で推移した（図 3a）。姫島の中央値は 1998 年に 10.10 kg/日・隻であったが、それ以降段階的に減少し、2012 年には 3.10 kg/日・隻となった（図 3b）。2019 年には一時的に 7.60 kg/日・隻まで増加したが再び減少し、2021 年には 4.20 kg/日・隻であった（図 3b）。日出では調査開始時の 1998 年には 1.00 kg/日・隻であり、その後 1～2 kg/日・隻で推移したものの、2020 年はクルマエビの漁獲を確認できなかった（図 3c）。刺網においてはすべての地区で有漁時 CPUE が減少していることが確認された ($p < 0.05$)。

次に、漁獲日数の経年変化を図 4 に示した。宇佐では 1998～2006 年は 18～58 日で推移し、2007～2009 年には 58～75 日と一時的に増加したが、2010 年以降急激に減少し、2016 年以降は 0

～5日で推移した(図4a)。姫島では1998～2003年は77～84日で推移した後、徐々に減少し、2004～2021年は13～80日で推移した(図4b)。日出では1998～2016年の間14～49日で増減を繰り返しながら推移したが、2017年以降はほとんど漁獲されず、2020年は0日であった(図4c)。刺網においては有漁時 CPUE と同様に、すべての地区で漁獲日数が減少していることが確認された($p<0.05$)。

続いて漁期の経年変化を図5に示した。漁期は、宇佐では2009年以前は5～12月までの4～7カ月間で推移したが、2010～2020年は6～11月までの1～5カ月間で推移し、2021年は漁獲が認められなかった(図5a)。姫島では2003年以前は7～12月までの6カ月間であったが、2015年以降は7～10月までの4カ月間以下となった(図5b)。日出では2011年以前は5～11月までの3～7カ月間で推移したが、2012～2019年は5～10月までの2～6カ月間とやや減少し、2020年は漁獲が認められなかった(図5c)。刺網では、すべての地区で漁期の短縮が確認された($p<0.05$)。

さらに、クルマエビ漁獲場所の経年変化を調べ、図6に示した。本種の漁獲場所数は、宇佐では1998～2009年には2～7点であったが、2010以降には1～4点であった(図6a)。姫島では、1998年に22点あったが、その後増減を繰り返しながら徐々に減少し、2021年に7点となった(図6b)。日出では、1998～2002年には6～9点であったが、その後急激に減少し2003年以降2～6点であった(図6c)。刺網においてはすべての地区で漁獲場所数に減少が認められた($p<0.05$)。

次に漁場の移動について、宇佐における緯度の中央値は調査期間中一貫して $N33.592^{\circ}$ 、経度の中央値は調査期間中 $E131.392^{\circ}$ ～ $E131.408^{\circ}$ で推移し、南北偏や東西偏は確認されなかった(緯度; $p=1.00$ 、経度; $p=0.64$)。姫島では、緯度の中央値は1998～2010年に $N33.675^{\circ}$ ～ $N33.700^{\circ}$ で推移したが、2011年以降継続的に増加し、2021年に $N33.758^{\circ}$ となった。経度の中央値は、2006年以前は $E131.733^{\circ}$ ～ $E131.758^{\circ}$ で推移し、2010年に $E131.775^{\circ}$ となり一時的に増加したが、その後減少に転じ2021年は $E131.692^{\circ}$ となった。姫島では緯度の中央値が有意に増加したことが確認され、漁場が北方向に移動したと推定された(緯度; $p<0.05$ 、経度; $p=0.16$)。日出では、緯度の中央値は1998～2009年には $N33.338^{\circ}$ ～ $N33.342^{\circ}$ であったが、その後増加し2011年以降 $N33.358^{\circ}$ で継続した。経度の中央値は、2009年以前は $E131.525^{\circ}$ ～ $E131.533^{\circ}$ 、2010年以降は $E131.517^{\circ}$ ～ $E131.525^{\circ}$ であった。日出では緯度の中央値は有意に増加、経度の中央値は有意に減少しており、漁場が北西方向に移動したと推定された(緯度; $p<0.05$ 、経度; $p<0.05$)。

小型底びき網 クルマエビ有漁時 CPUE の経年変化を図7に示した。周防灘では、2000～2011年の中央値は $0.40\sim 3.00\text{kg}/\text{日}\cdot\text{隻}$ で推移したが、2012年以降は $0.25\sim 0.58\text{kg}/\text{日}\cdot\text{隻}$ の低水準

で推移した(図7a)。伊予灘では2000～2013年の中央値は $0.60\sim 2.00\text{kg}/\text{日}\cdot\text{隻}$ で推移したが、2014年以降は段階的に減少し、2021年は $0.20\text{kg}/\text{日}\cdot\text{隻}$ であった(図7b)。小型底びき網では両海域で有漁時 CPUE が減少していることが確認された($p<0.05$)。

次に、漁獲日数の推移を図8に示した。周防灘では、漁獲日数の中央値は2000～2014年には $45.5\sim 104.0$ 日で推移し、2015年以降は次第に減少し、 $14.0\sim 56.0$ 日であった(図8a)。伊予灘では、漁獲日数の中央値は、2000年が 109.0 日であったが、その後減少し続け2021年が 36.5 日であった(図8b)。小型底びき網では有漁時 CPUE と同様、両海域で漁獲日数が減少していることが確認された($p<0.05$)。

続いて漁期の経年変化を図9に示した。漁期は、周防灘では2000～2003年は9～11カ月間で推移し、2004年以降は2005年および2012年の11カ月間、2013年の10カ月間を除くすべての年で12カ月間であった(図9a)。伊予灘では、2000～2018年は2002年の11カ月間および2008年の9カ月間を除き、12カ月間、2019～2020年が11カ月間、2021年が10カ月であった(図9b)。小型底びき網においては両海域で漁期の短縮は確認されず、反対に周防灘では漁期が増加していた(周防灘; $p<0.05$ 、伊予灘; $p=0.17$)。

クルマエビ有漁時の漁獲場所の経年変化を調べ、図10に示した。本種の漁獲場所数は、周防灘では2000年に82点あり、2007年に120点まで増加したが、その後徐々に減少し2021年に46点となった(図10a)。伊予灘では2000～2011年は $64\sim 95$ 点で推移したが、その後増減を繰り返しながら減少し、2021年に36点で最少となった(図10b)。小型底びき網では両海域で漁場の縮小が認められた($p<0.05$)。

調査期間中の緯度および経度の中央値は、周防灘ではそれぞれ $N33.667^{\circ}$ ～ $N33.746^{\circ}$ 、 $E131.258^{\circ}$ ～ $E131.421^{\circ}$ で推移し、増減の傾向は認められなかった(緯度; $p=0.07$ 、経度; $p=0.31$)。一方伊予灘では、緯度の中央値は2000～2009年が $N33.450^{\circ}$ ～ $N33.500^{\circ}$ で推移したが、2010年以降のそれは $N33.367^{\circ}$ ～ $N33.450^{\circ}$ で推移した。伊予灘の経度の中央値は、2000～2003年には $E131.833^{\circ}$ ～ $E131.842^{\circ}$ 、2004～2018年には $E131.817^{\circ}$ ～ $E131.825^{\circ}$ 、2019年以降は $E131.808^{\circ}$ で段階的に減少した。伊予灘では、緯度および経度のそれぞれで有意な減少傾向が認められ($p<0.05$)、漁場が南西方向に移動したと推定された。

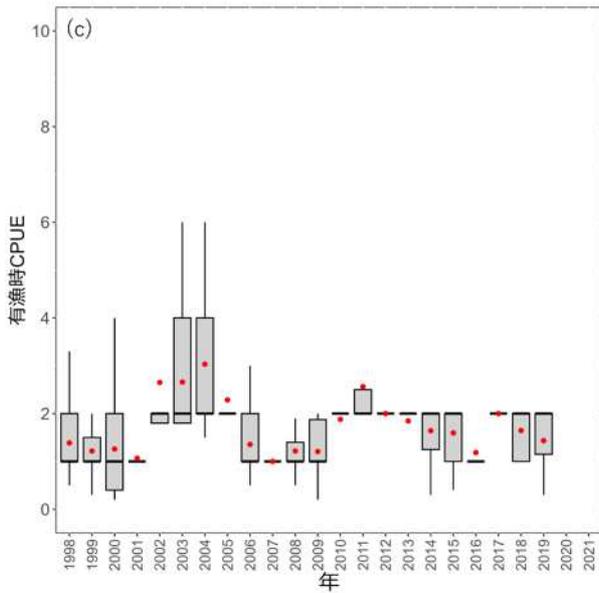
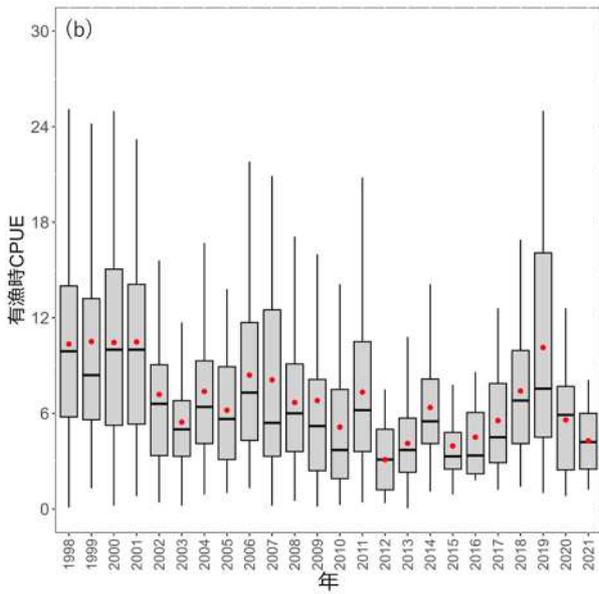
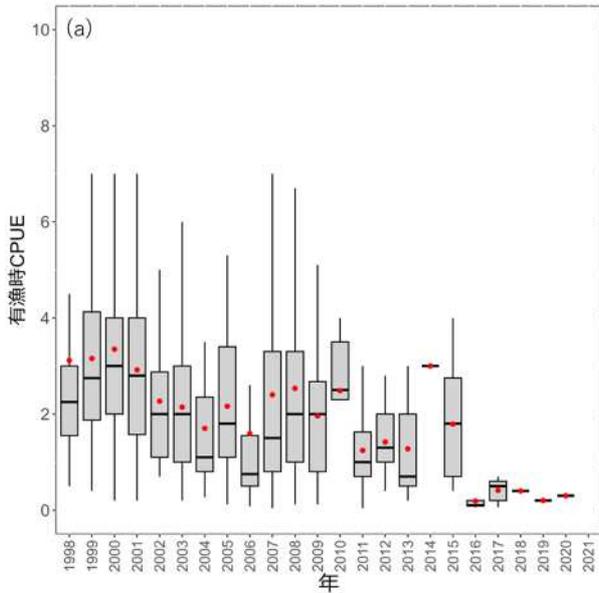


図3 刺網によるクルマエビ有漁時CPUEの経年変化

(a)宇佐, (b)姫島, (c)日出を示す。図中の赤丸は平均値, 横線は中央値と四分位範囲(上; 75%, 下; 25%), 縦線は標準偏差を示す。

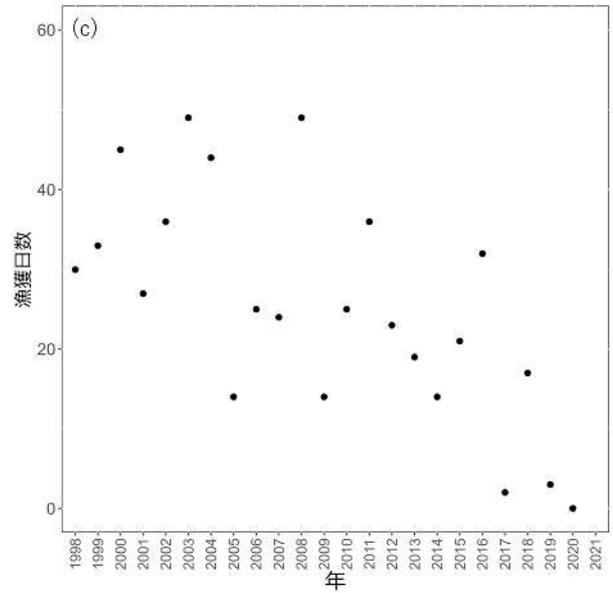
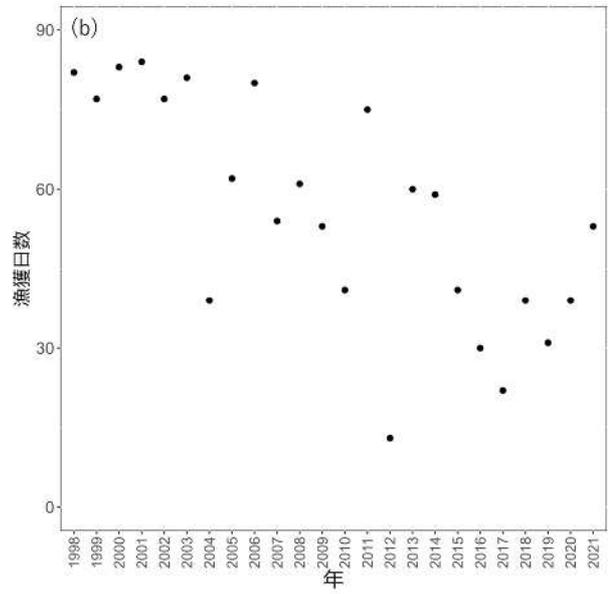
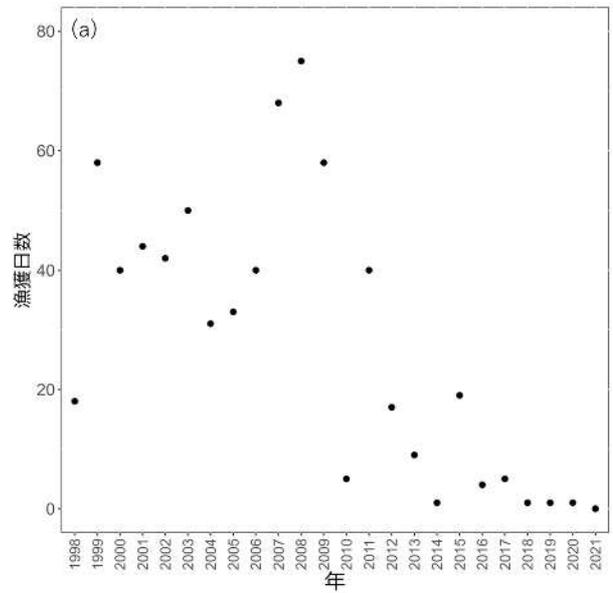


図4 刺網によるクルマエビ漁獲日数の経年変化

(a)宇佐, (b)姫島, (c)日出を示す。

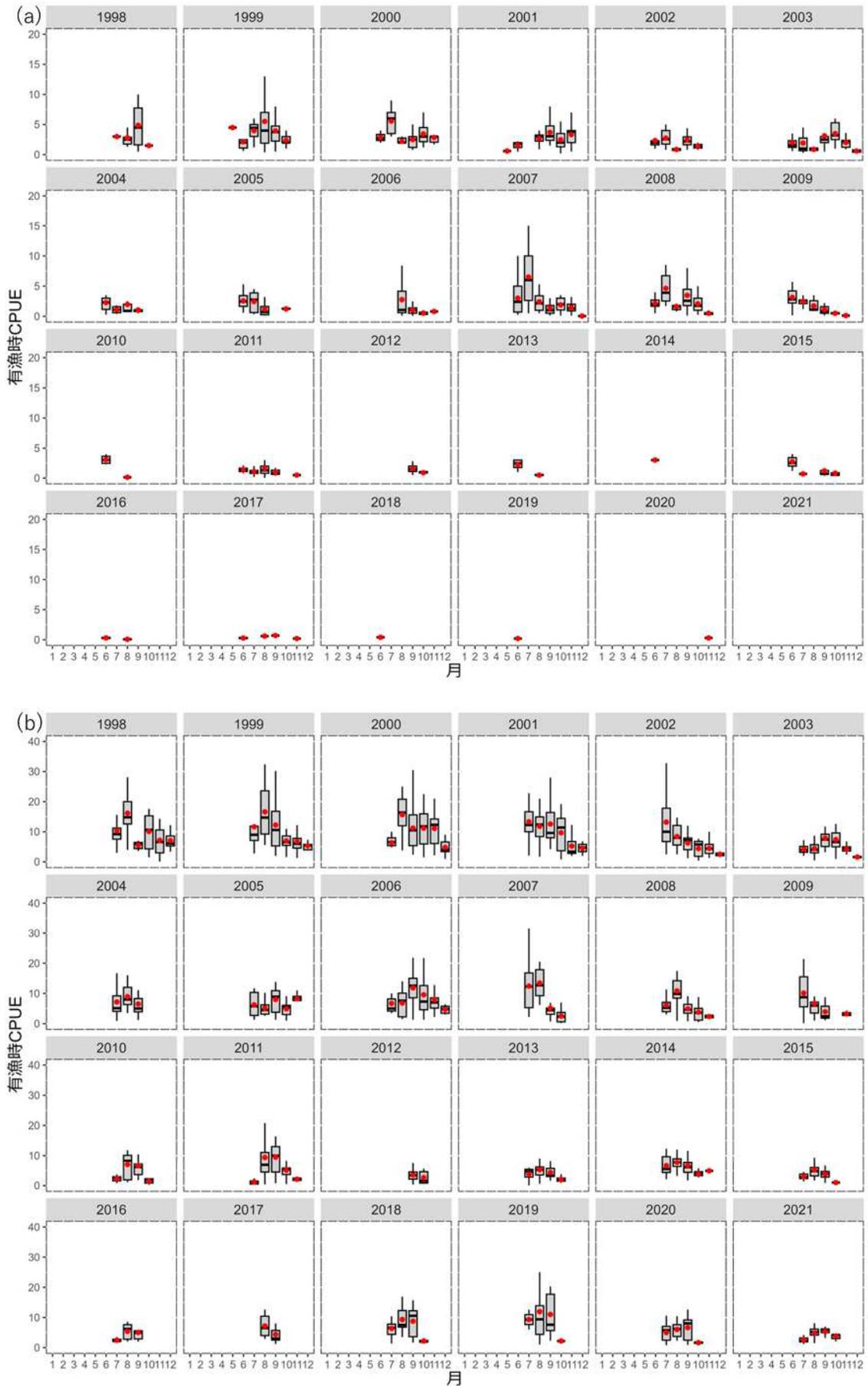


図5 刺網による月別クルマエビ有漁時 CPUE の経年変化 (その1)

(a)宇佐, (b)姫島, (c)日出を示す. 図中の赤丸は平均値, 横線は中央値と四分位範囲 (上; 75%, 下; 25%), 縦線は標準偏差を示す.

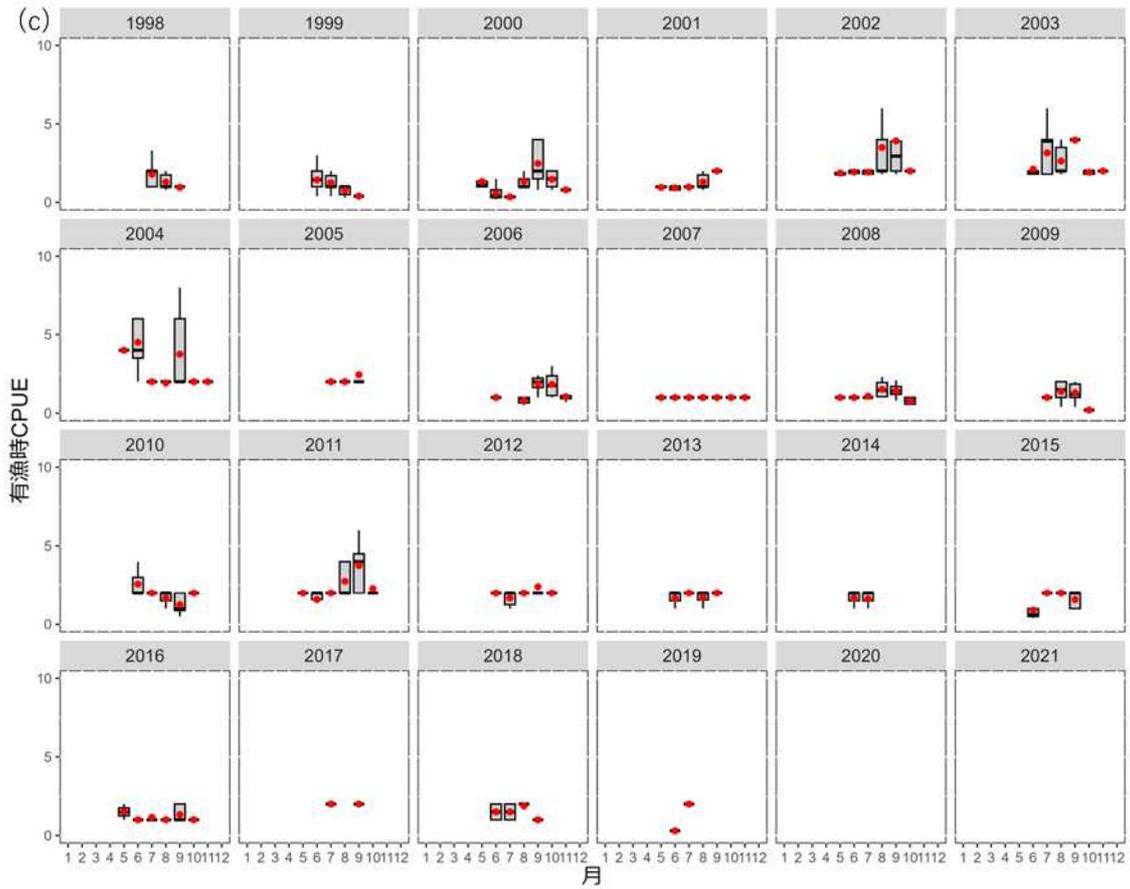


図5 刺網による月別クルマエビ有漁時CPUEの経年変化（その2）

(a)宇佐, (b)姫島, (c)日出を示す. 図中の赤丸は平均値, 横線は中央値と四分位範囲（上; 75%, 下; 25%）, 縦線は標準偏差を示す.

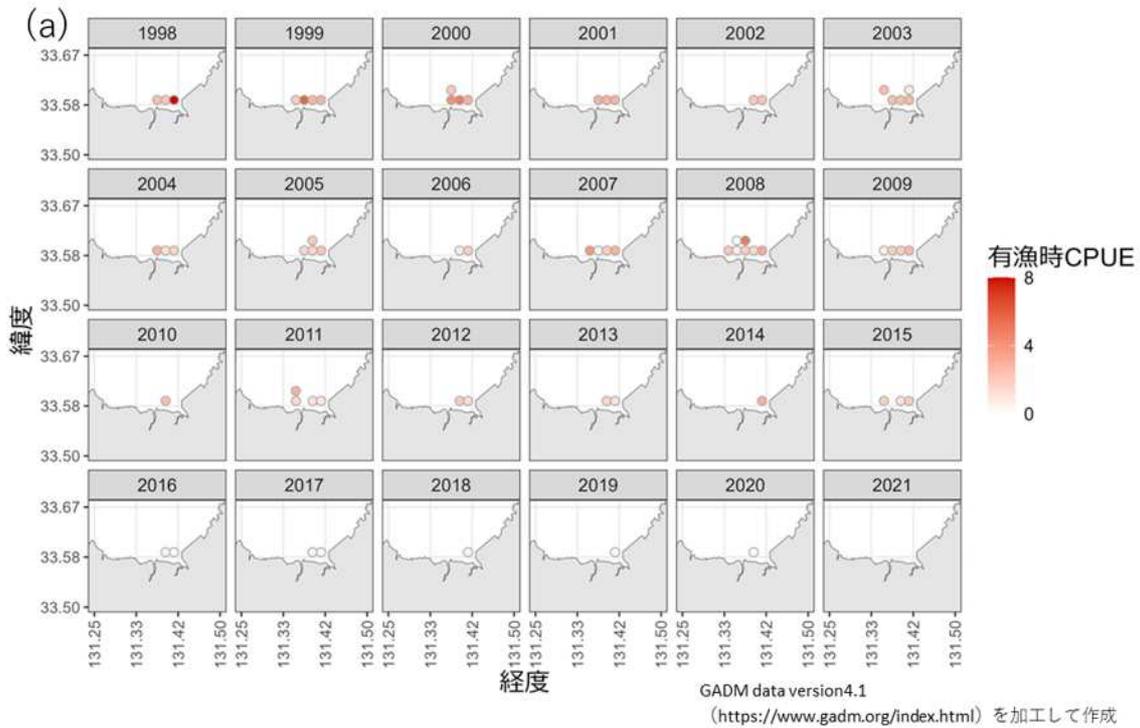


図6 刺網による漁獲場所別クルマエビ有漁時CPUEの経年変化（その1）

(a)宇佐, (b)姫島, (c)日出を示す.

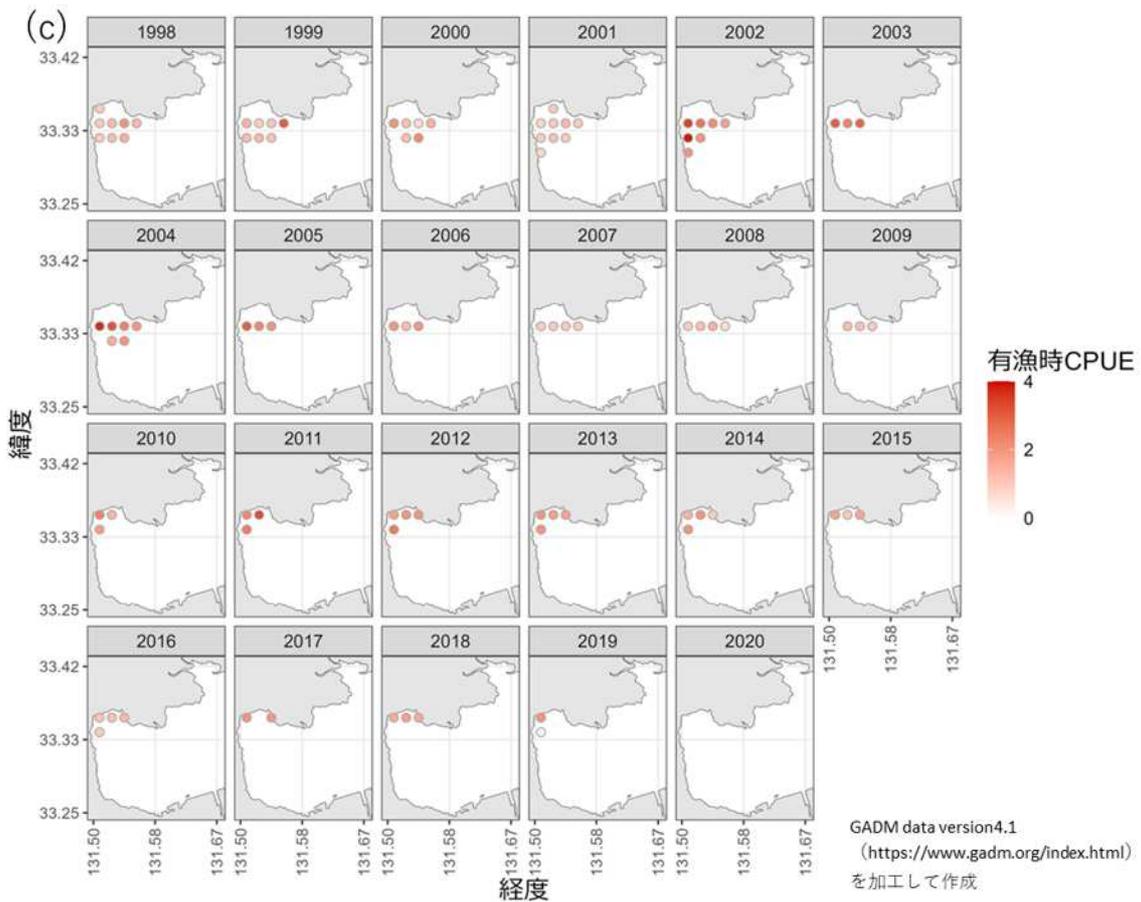
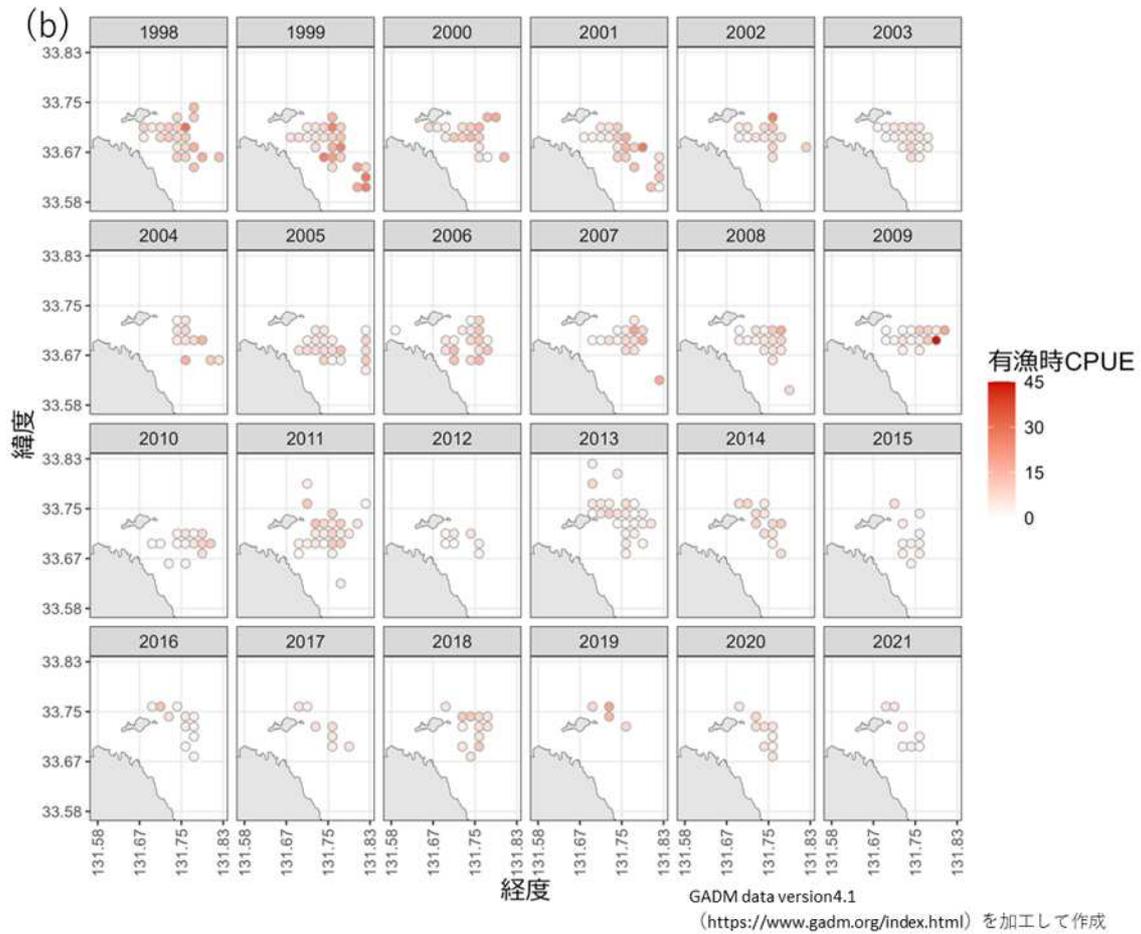


図6 刺網による漁獲場所別クルマエビ有漁時 CPUE の経年変化 (その2)

(a) 宇佐, (b) 姫島, (c) 日出を示す.

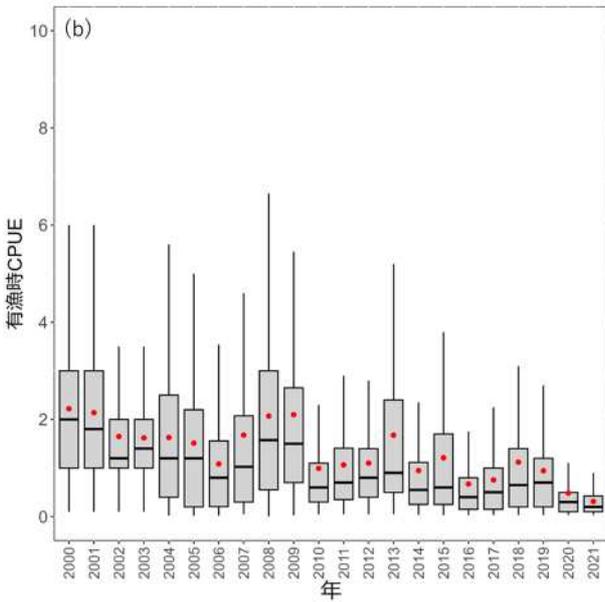
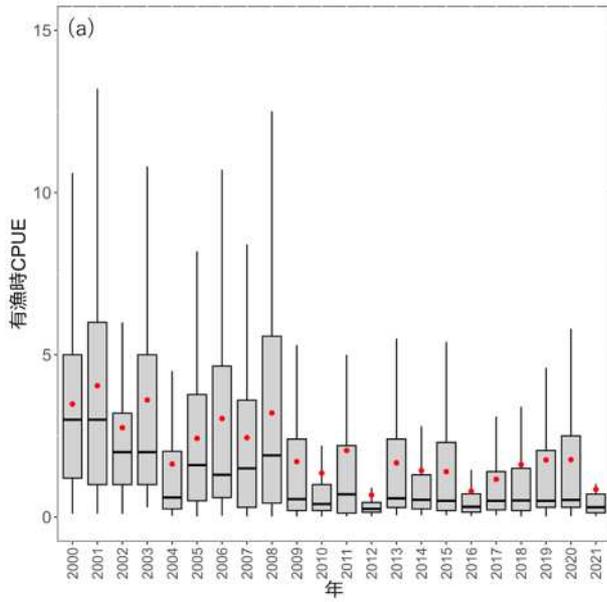


図7 小型底びき網によるクルマエビ有漁時CPUEの経年変化
 (a)周防灘, (b)伊予灘を示す。図中の赤丸は平均値, 横線は中央値と四分位範囲（上; 75%, 下; 25%）, 縦線は標準偏差を示す。

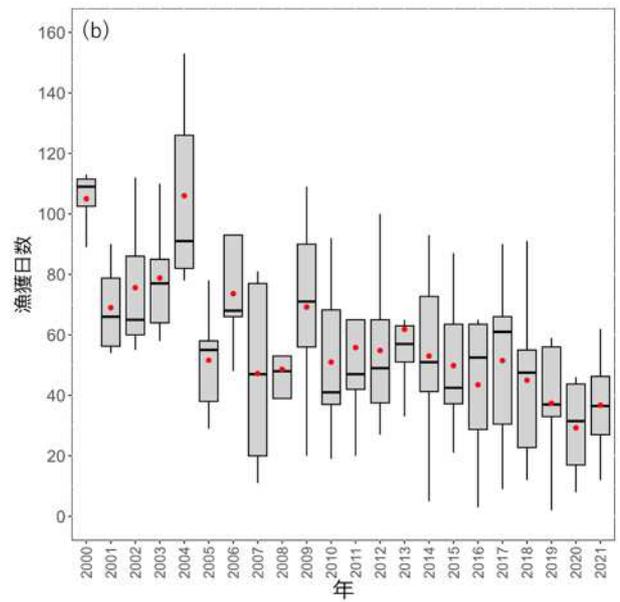
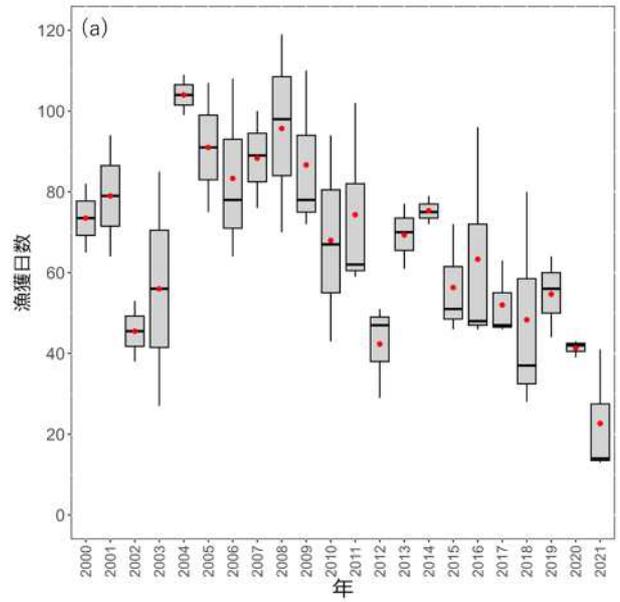


図8 小型底びき網によるクルマエビ漁獲日数の経年変化
 (a)周防灘, (b)伊予灘を示す。図中の赤丸は平均値, 横線は中央値と四分位範囲（上; 75%, 下; 25%）, 縦線は標準偏差を示す。

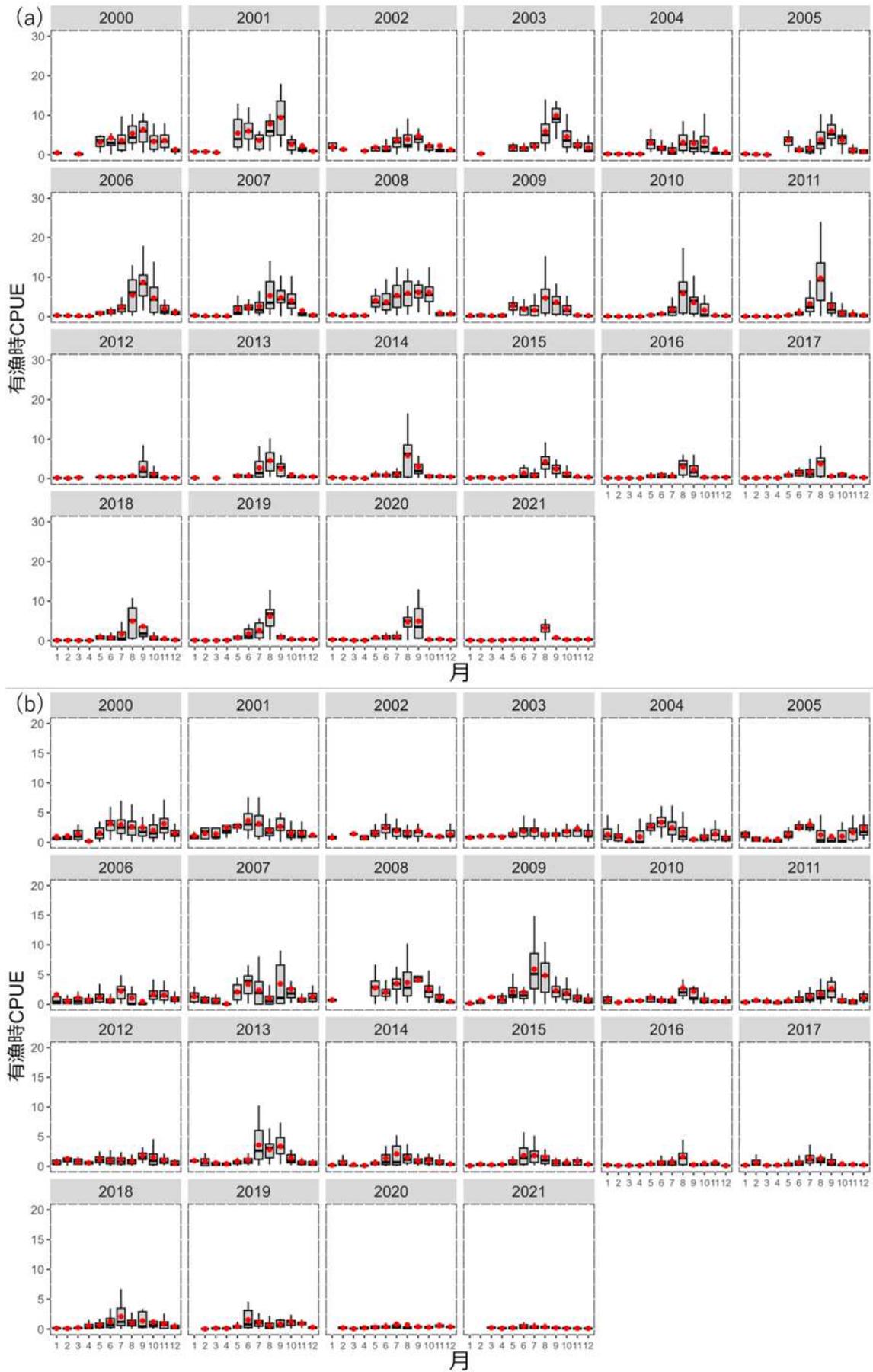


図9 小型底びき網による月別クルマエビ有漁時 CPUE の経年変化

(a)周防灘, (b)伊予灘を示す. 図中の赤丸は平均漁獲量, 横線は中央値と四分位範囲 (上: 75%, 下: 25%), 縦線は標準偏差を示す.

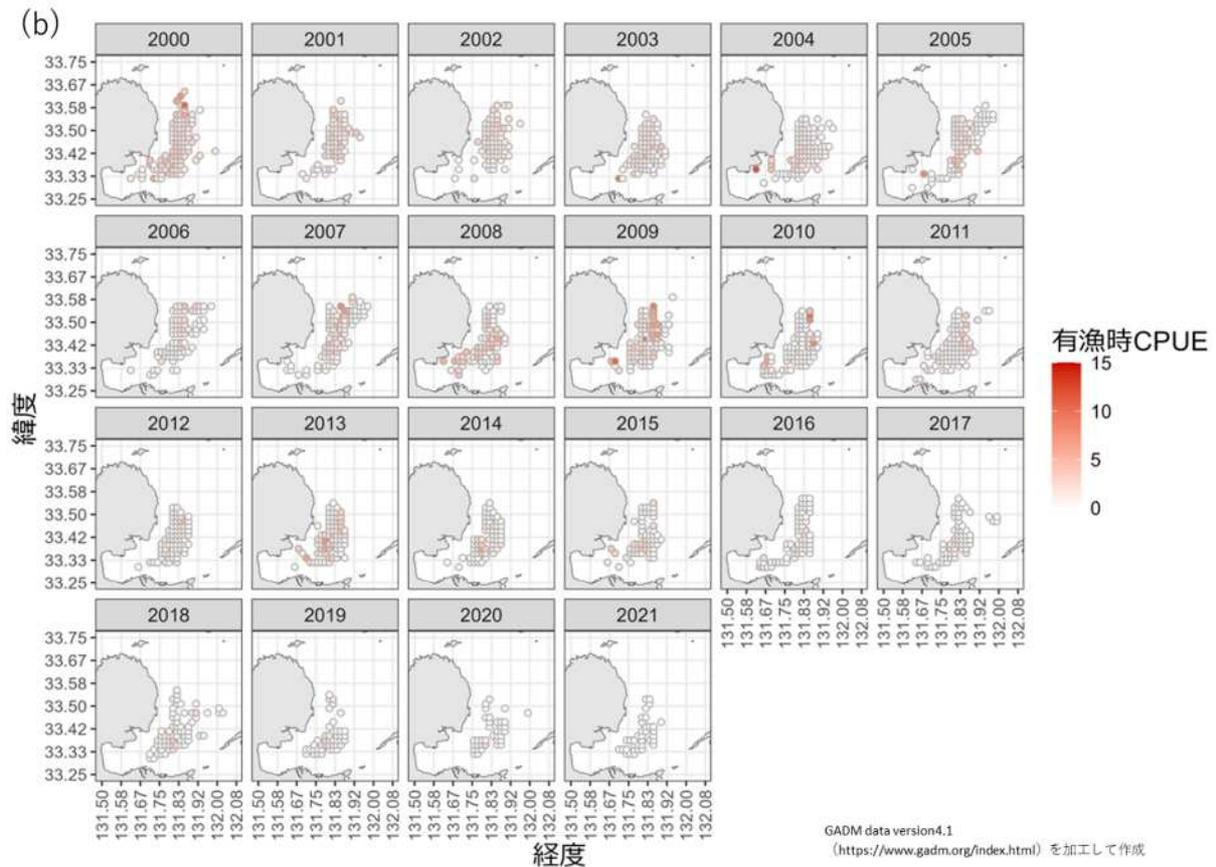
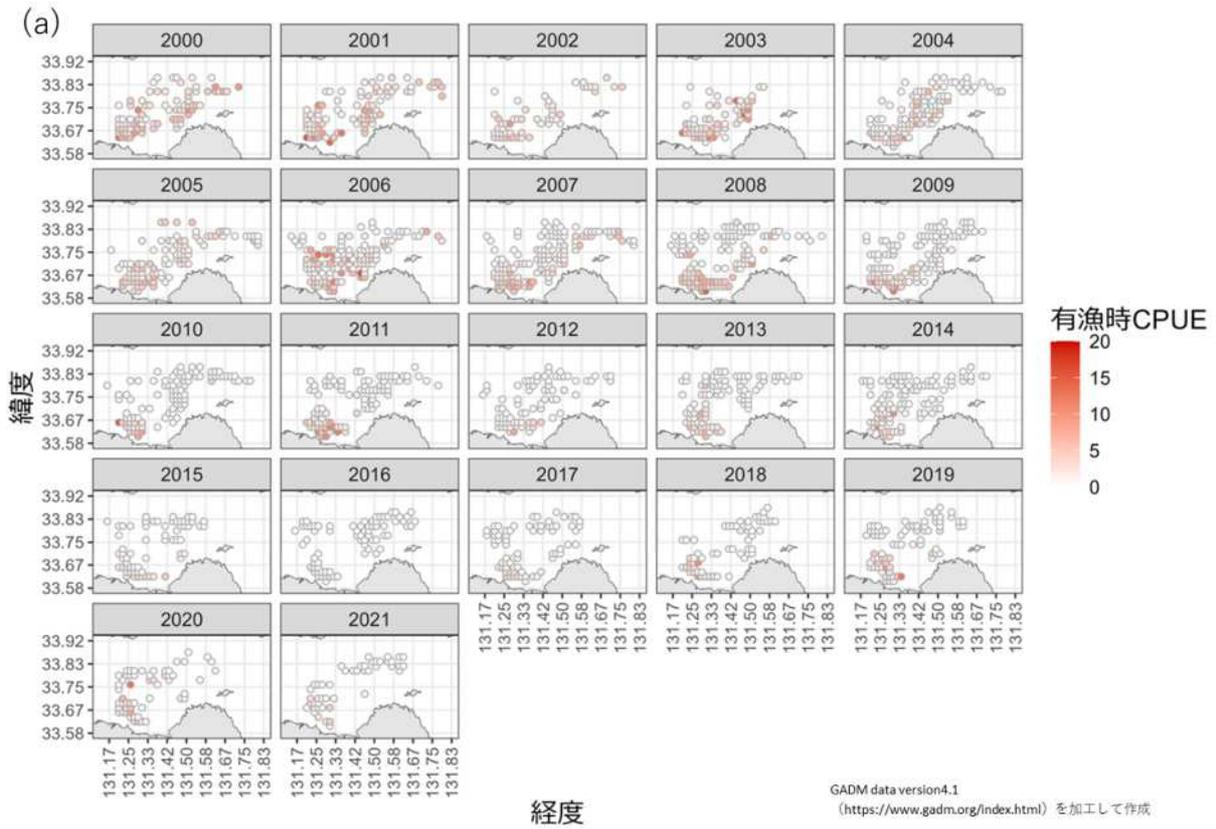


図 10 小型底びき網による漁獲場所別クルマエビ有漁時 CPUE の経年変化

(a) 周防灘, (b) 伊予灘を示す。

考 察

本研究では、当グループが継続的に実施してきた標本船日誌データを解析し、大分県瀬戸内海域における1998～2021年の刺網および2000～2021年の小型底びき網によるクルマエビの漁獲実態の変化を確認した。

本県瀬戸内海域におけるクルマエビ漁獲量の減少要因を検討するに際し、同海域で営む漁業経営体数も1983年から2023年までほぼ直線的に減少しており、このことが本種漁獲量の減少要因の一つであることに疑いはない。しかしながら、同海域における本種漁獲量の増減傾向は、ピークであった1983年から1995年までは安定していたが、1996年以降は2010年まで急激に減少したのち、2011年以降は漸減を続けており、漁業経営体数に見られる直線的な減少傾向とは異なっている。本研究で解析したクルマエビの有漁時 CPUE は、刺網、小型底びき網ともに調査したすべての場所で減少傾向を示し、日出の刺網以外は2010年頃までにほぼ半減している。2011年以降、有漁時 CPUE はすべての場所で低迷状態にあり、2018～2020年に姫島の刺網および小型底びき網の両海域で一時的に増加したものの、その後再び減少に転じた。姫島の刺網では2016年9月以降、7～9月の操業時間が1日あたり2時間延長しているが、姫島の有漁時 CPUE は周防灘および伊予灘の小型底びき網と同様の傾向を示しており、明らかに有漁時 CPUE が増加している様子は認められない。つまり、この操業時間の変化は漁獲動向にほとんど影響を及ぼしていないと考えられる。したがって、以上の有漁時 CPUE の推移から、本県瀬戸内海域におけるクルマエビ漁獲量の減少は、漁業経営体数の減少のみならず、資源量の減少の影響を受けていることが本研究により初めて示された。このことは、資源状態の悪化を報告した既報⁵⁻⁹⁾とも矛盾しない。一方、本県瀬戸内海域のクルマエビ資源では、標識放流やDNAの集団構造解析から同じ系群と考えられる本県豊後水道域^{7,11)}の本種資源で報告された体サイズの小型化²⁾が見出されている。¹²⁾今回解析した標本船日誌では、漁獲されたクルマエビの体サイズについて情報がないため、体サイズの小型化が漁獲量や有漁時 CPUE に与える影響は不明であり、今後の課題と考えられる。

次に、本県瀬戸内海域におけるクルマエビの有漁日数は、有漁時 CPUE と同様に、刺網、小型底びき網の双方で減少していた。有漁時 CPUE の低下に加えて漁獲日数が減少していることは、本県瀬戸内海域では、漁業者の年間クルマエビ漁獲量（有漁時 CPUE × 漁獲日数）が低下していることを示している。特に、宇佐および日出の刺網では、2016年以降の有漁日がほぼ確認されなかった。長谷川ら¹³⁾は、地先漁業における刺網では1日1隻あたりの漁獲量が0.5～0.6kg以下になると、出漁する者がほとんどいなくなると指摘している。2016年以降の宇佐の刺網ではこの指摘と同様の傾向が確認されており、本種を目的とした漁

業が成立しなくなっている実態が示された。

本研究期間中、刺網ではすべての場所で漁期の短縮が認められた。宇佐および日出の刺網では、2016年以降、有漁日がほぼ確認されなくなっており、これらの地区では、操業期間中に継続して漁業を営めなくなるほど資源が少なくなっていると推察される。姫島の刺網では、宇佐および日出に比べると各年で継続した本種の漁獲がみられるが、2010年頃から11～12月の漁獲がほぼ消失している。本種資源が多い場合は、隣接する周防灘海域あるいは伊予灘海域の小型底びき網において11～12月の有漁時 CPUE に反映されると考えられるが、当該時期の数値は増加していない。したがって、姫島の刺網においても資源状態の悪化が漁期の短縮をもたらしていると示唆された。一方、小型底びき網では、周防灘、伊予灘ともに漁期の短縮は認められなかった。この差については、刺網がクルマエビの漁獲を目的とした操業であるのに対し、小型底びき網はその他魚種を目的として操業した際の混獲を含むためと考えられる。反対に、周防灘では調査期間中に漁期の増加が確認された。山口県瀬戸内海域における1989～2005年の標本船の CPUE は増加傾向にあり、¹⁴⁾本研究の調査期間前半の2000～2005年頃は資源量が比較的多かったと推測される。しかしながら、この期間では海水温が低い1～4月に漁獲が確認されていない実態があることから、漁期については海水温や他魚種の漁獲状況との関係等を含めたより詳細な解析が必要である。

次に、クルマエビの漁獲場所数は、刺網および小型底びき網のすべての場所で減少しており、漁場の縮小が認められた。刺網の場合、本種の漁獲を目的とした操業であるため、漁場の縮小は資源量の減少を示していると考えられる。宇佐および日出の刺網では、それぞれの干潟域で発生し成長した本種個体群を直接漁獲することが知られている。^{11,13)}刺網は本種の漁獲を目的として操業されるため、刺網漁場の縮小は稚エビ出現量の減少を示すものと考えられる。瀬戸内海域では各地の干潟域で稚エビの出現量の減少が確認されており、³⁻¹⁰⁾漁獲量が減少している伊勢湾、三河湾、浜名湖でも干潟域における稚エビの減少が報告されている。¹⁵⁾一方、沖合漁場を利用する小型底びき網では、宇佐や日出を除く他の干潟から発生した資源を漁獲していると考えられるが、¹¹⁾漁場の縮小が認められた。また、小型底びき網の場合、混獲の影響があるにも関わらず漁場が縮小している。従って、小型底びき網漁場の縮小要因については、干潟域における稚エビ出現量の減少のみでは説明することができない。小型底びき網漁場の縮小に関する別の要因として、漁獲が無くなった小海区において、本種の生息環境が悪化している可能性が考えられる。本種の生息に影響を及ぼす環境要因として、底質の細粒化、^{16,17)}その他生物との生息場所の競合、¹⁸⁾テナガダコ等の捕食生物からの食害¹⁹⁾等が挙げられる。これらに加え、瀬戸内海域全体で海水温の上昇や栄養塩の低下が報告されており、²⁰⁻²²⁾水質および底

質環境の変化や競合生物あるいは食害生物資源の増減が本種資源に影響を及ぼし、小型底びき網漁場の縮小要因となっている可能性が考えられる。本研究では底質環境やその他の生物について生息状況等を調査できておらず、今後詳細に確認することで本種の資源回復に資する新たな手掛かりを得ることが期待される。

さらに、姫島と日出の刺網、および伊予灘の小型底びき網では、漁場の縮小とともに漁場の移動が確認された。漁場の移動が確認された場所の共通点として、沿岸に近い方向に漁場が移動していることが窺える。上記で考察した底質環境の変化等は、むしろ人間活動の影響を受けやすい沿岸域で大きいと予想されることから、生息環境の悪化のみが本種の漁場の移動要因とは考えにくい。漁場が沿岸域に移動する要因として、燃油コスト削減を目的とした航走距離短縮のための操業場所の変更や、²³漁業者の高齢化による操業範囲の縮小といった、漁獲努力量の側に生じた状況変化²⁴の可能性も考えられる。本研究で対象とした標本船は、人為的な漁場選択の影響をできる限り排除することを目的に 10 年以上同一漁業を継続したものを選定している。そのため、標本船のほとんどが調査期間中に 20 歳年齢を重ねており、特に高齢化による影響を受けている可能性が高い。したがってこれらの変化は、上記で示した漁獲日数や漁期の減少にも関与するかもしれない。いずれにしても、漁獲努力量の側に生じる影響を緩和するため、操業のコスト削減や省力化について、行政による支援策も必要と考えられる。

以上のことから、既報で明らかとなっている本種資源の小型化、²産卵量の低下や産卵時期の遅れ、さらには稚エビの加入時期の遅れ等³⁻¹⁰による資源状況の悪化は、有漁時 CPUE の減少、漁獲日数の減少、漁期の短縮、漁場の縮小および移動を通じ、本県瀬戸内海域のクルマエビ漁業に多大な負の影響を与えているものと推定される。クルマエビ資源を増加させるための手法として、小型化を回避するための大型個体の禁漁のほか、産卵期の遅れ、稚エビの加入時期の遅れを補うための人工種苗の早期放流が提案されている。⁵⁻⁷実際に佐賀県有明海海域および瀬戸内海東部海域では DNA マーカーを活用した人工種苗の標識放流調査によって早期放流効果を確認している。^{25, 26}本研究で明らかとなった本県沿岸域における本種の漁獲時期の経年変化のデータを活用することで、本県を含めた瀬戸内海中西部海域における禁漁時期や種苗放流適期の検討が可能となる。また、本研究の漁獲場所の経年変化のデータを活用することで、禁漁場所や種苗放流適地を検討することも可能となる。しかしながら、本研究では標本船日誌のデータ解析に留まり、本種資源の成長や各漁場間の移出入の速度等の生態に関する変化等については明らかにできていない。今後は本種の標識放流調査等を重点的に実施し、効果のある資源管理手法および資源造成手法を早急に提案できるよう尽力する必要がある。

摘 要

大分県瀬戸内海域におけるクルマエビの漁獲実態を確認するため、刺網および小型底びき網の標本船日誌を解析した。

1. 1998～2021 年の宇佐、姫島および日出における刺網、2000～2021 年の周防灘および伊予灘における小型底びき網の本種有漁時の操業データを整理した。
2. 本種の有漁時 CPUE は、刺網では宇佐、姫島および日出のすべての地区で減少が認められた。また小型底びき網においても周防灘および伊予灘の両海域で減少が確認された。
3. 本種の漁獲日数は、刺網では宇佐、姫島および日出のすべての地区で減少が確認され、2016 年以降の宇佐および日出の刺網では資源状態の悪化によって本種を目的とした漁業が成立しなくなっている実態が示された。小型底びき網では周防灘および伊予灘の両海域ともに減少していた。
4. 本種の漁期は、刺網では宇佐、姫島および日出の 3 地区すべてで減少が確認された。小型底びき網では周防灘と伊予灘の両海域で減少が認められず、これには小型底びき網特有の混獲が影響したと考えられた。
5. 本種の漁獲場所は、刺網では宇佐、姫島および日出すべての地区で縮小が認められた。小型底びき網においても、周防灘および伊予灘の両海域で漁場の縮小が認められた。さらに、姫島の刺網では北方向、日出の刺網では北西方向、伊予灘の小型底びき網では南西方向に漁場の移動が認められた。

謝 辞

長年にわたって標本船日誌の記帳にご協力頂いた、大分県漁業協同組合中津支店の岡部藤岡氏、寺本操氏、同宇佐支店の加嶋萬喜治氏、渡邊力造氏、渡邊英敏氏、同姫島支店の大海勝利氏、中城秀昭氏、同杵築支店の栄木房夫氏、篠原徳弘氏、浜田和博氏、真鍋秀一郎氏、峯松一利氏、同日出支店の中山雄一氏および帆崎一利氏に深謝の意を表します。また、本調査にご理解とご協力頂いた大分県漁業協同組合中津支店、宇佐支店、姫島支店、杵築支店および日出支店の職員の方々に御礼申し上げます。大分県知事許可漁業についてご教示頂いた大分県農林水産部漁業管理課の野田誠氏、利光祐樹氏、標本船日誌のデータ入力にご尽力頂いた当グループ会計年度任用職員の土谷園子氏、本田留美氏に感謝致します。

引用文献

- 1) 林 健一. 日本産エビ類の分類と生態 I. 根鰓亜目. 生

- 研究社, 東京, 1992.
- 2) Sato T, Hamano K, Dan S. Effects of maternal influences and timing of spawning on intraspecific variations in larval qualities of the Kuruma prawn *Marsupenaeus japonicus*. *Marine Biology* 2017; 164.
 - 3) 徳丸泰久. 大分県瀬戸内海域におけるクルマエビの成熟. 大分県農林水産研究センター水産試験場調査研究報告 2009 ; 2 : 17-31.
 - 4) 阪地英男, 羽野健志, 伊藤克敏, 大久保信幸, 菅谷琢磨, 佐藤 琢, 松木康祐, 渡辺昭生. 2015・2016 年の瀬戸内海河原津干潟におけるクルマエビ稚エビの出現状況. 黒潮の資源海洋研究 2018 ; 19 : 87-92.
 - 5) 佐藤 琢, 菅谷琢磨, 日高悦久, 崎山和昭, 堤憲太郎, 森田将伍, 白樫 真, 関谷真一, 渡部裕志, 西岡俊洋, 山本昌幸, 高砂 敬, 澤田晋吾. 自主的資源管理体制高度化事業に係る調査 広域性沿岸魚種(クルマエビ(瀬戸内海)). 令和3年度沖合・遠洋漁業における自主的資源管理体制高度化事業(新たな資源管理システム構築促進事業) 報告書, 水産庁資源管理部管理調整課・国立研究開発法人 水産研究・教育機構, 東京. 2022 ; 37-59.
 - 6) 佐藤 琢, 菅谷琢磨, 崎山和昭, 森田将伍, 内海邦弘, 堀切保志, 堤憲太郎, 白樫 真, 関谷真一, 渡部裕志, 西岡俊洋, 高砂 敬, 澤田晋吾, 牧野弘靖. 自主的資源管理体制高度化事業に係る調査 広域性沿岸魚種(クルマエビ(瀬戸内海)). 令和4年度沖合・遠洋漁業における自主的資源管理体制高度化事業(新たな資源管理システム構築促進事業) 報告書, 水産庁資源管理部管理調整課・国立研究開発法人 水産研究・教育機構, 東京. 2023 ; 36-63.
 - 7) 山本昌幸, 佐藤 琢, 菅谷琢磨. II魚種別事例 クルマエビ. 自主的管理措置の実践とその効果実証に関する事例集. 国立研究開発法人 水産研究・教育機構, 東京. 2024 ; 63-112.
 - 8) 佐藤 琢, 菅谷琢磨, 崎山和昭, 内海訓弘, 堀切保志. ウ 効果の高い放流手法の開発 ③甲殻類用標識(トラモアタグ)を利用した放流適条件の把握. 令和4年度さけ・ます等栽培対象魚種資源対策事業 新規栽培対象種技術開発(魚類・甲殻類) 調査報告書 2023 ; 78-87.
 - 9) 佐藤 琢, 菅谷琢磨, 崎山和昭, 内海訓弘, 堀切保志, 荒川千恵, 村瀬二美. ウ 効果の高い放流手法の開発 ③甲殻類用標識(トラモアタグ)を利用した放流適条件の把握. 令和5年度さけ・ます等栽培対象魚種資源対策事業 新規栽培対象種技術開発(魚類・甲殻類) 調査報告書 2024 ; 51-57.
 - 10) 広島県水産試験場, 山口県水産研究センター, 福岡県水産海洋技術センター豊前海研究所, 大分県海洋水産研究センター浅海研究所, 宮崎県水産試験場, 鹿児島県水産試験場, 愛媛県中予水産試験場, 高知県水産試験場. I 利用実態把握調査. 平成8~12年度放流資源共同管理型栽培漁業推進調査事業総括報告書II(瀬戸内海西部ブロック) 2001 ; 1-50.
 - 11) 倉田 博. クルマエビの生活. さいごい業書 クルマエビ栽培漁業の手引き(クルマエビ栽培漁業の手引き検討委員会編) 社団法人 日本栽培漁業協会, 東京. 1986 ; 1-33.
 - 12) Sato T, Sugaya T, Sakiyama K, Takashima K, Hamada M, Kotani N, Ueta Y, Yoshioka T, Ando D, Nakao H, Tokumaru Y, Yamamoto M, Morita S, Yamamoto S, Sekiya S, Kimura S, Tsutsumi K, Watanabe A, Utsumi K, Nagata M, Nakagawa A, Suganuma T, Yamamoto K, Shirakashi S, Sakaji H, Hano T, Ohkubo N, Ito K, Adachi K, Inoue N. Potential mechanism underlying the decline in *Penaeus japonicus*: effects of loss of large females on reproductive traits and recruitment success. *Marine Ecology Progress Series* 2025; 767: 79-99.
 - 13) 長谷川彰, 石岡清英, 外間源治, 桧山節久. クルマエビ種苗放流の経済効果. 東海区水産研究所研究報告 1975 ; 83 : 7-23.
 - 14) 木村 博, 中村圭吾. 山口県瀬戸内海における小型機船底びき網漁業の操業実態について. 山口県水産研究センター研究報告 2009 ; 7 : 1-9.
 - 15) 阪地英男, 西本篤史. 資源量低迷期における干潟でのクルマエビポストラバと稚エビの出現状況. *日本水産学会誌* 2022 ; 88(2) ; 40-48.
 - 16) 佃 政則, 大隈 斉. 佐賀県有明海におけるクルマエビ漁業一II. 佐賀県有明水産振興センター研究報告 2011 ; 25 : 9-16.
 - 17) 伊藤毅史, 藤崎 博. 唐津湾における底質と底生生物. 佐賀県玄海水産振興センター研究報告 2019 ; 9 ; 37-40.
 - 18) 大庭元気, 佃 政則. 有明海佐賀県海域におけるクルマエビ漁獲量低迷の要因. 佐賀県有明水産振興センター研究報告 2019 ; 29 ; 14-18.
 - 19) 後川龍男, 佐藤博之, 秋本恒基, 的場達人. 福岡湾におけるクルマエビの放流効果. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2006 ; 16 : 23-29.
 - 20) 阿保勝之, 秋山 諭, 原田和弘, 中地良樹, 林 浩志, 村田憲一, 和西昭仁, 石川陽子, 益井敏光, 西川 智, 山田京平, 野田 誠, 徳光俊二. 瀬戸内海における栄養塩濃度等の水質変化とその要因. *沿岸海洋研究* 2018 ; 55(2) : 101-111.
 - 21) 西嶋 涉, 梅原 亮. 瀬戸内海域における栄養塩の時空間分布. *水環境学会誌* 2023 ; 46(6) : 163-171.
 - 22) 藤原建紀, 鈴木健太郎, 木村奈保子, 鈴木元治, 中嶋昌紀, 田所和明, 阿保勝之. 栄養塩類変動が内湾の生態系・生物生産に及ぼす影響: 大阪湾. *水環境学会誌* 2022 ; 45(3) : 145-158.

- 23) 伊藤毅史, 藤崎博. 佐賀県における沿岸漁業への ICT 技術導入の取組. 佐玄水振セ研報 2019 ; **9** : 51-54.
- 24) 有路昌彦. 日本漁業の生産量減少要因に関する一考察. 漁業者行動様式と生産関数分析. 農林業問題研究 2000 ; **35(4)** : 294-299.
- 25) 佃 政則, 大隈 斉, 菅谷琢磨. 佐賀県有明海海域における DNA マーカーを用いたクルマエビ種苗の放流効果. 佐賀県有明水産振興センター研究報告 2013 : **26** ; 49-55.
- 26) 山本昌幸, 野口大毅, 小畑泰弘, 菅谷琢磨, 高木基裕. 瀬戸内海東部における DNA マーカーによるクルマエビの放流効果推定. 水産増殖 2014 : **45(3)** ; 393-405.