

ナンヨウテナガエビ（甲殻亜門：十脚目：テナガエビ科）の琉球列島における追加記録と新規識別形質

Additional records of the freshwater prawn *Macrobrachium ustulatum* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) from the Ryukyu Islands, Japan

福家悠介^{1*}・佐藤大義²・清水直人³・乾 直人⁴

Yusuke Fuke¹*, Taigi Sato², Naoto Shimizu³, and Naoto Inui⁴

ABSTRACT: *Macrobrachium ustulatum* (Nobili, 1899) is the sister species of *Macrobrachium australe* (Guérin-Méneville, 1838), and they have been historically confused because of their morphological similarity. The northern edge of the distribution range of both species is Japan: *M. australe* has been recorded from the Ryukyu Islands to a wide area of Honshu, while *M. ustulatum* has only been recorded once each from Okinawa Island and the Izu Peninsula. Therefore, the distributional records and habitat information of *M. ustulatum* in Japan are lacking. Here we report a total of 10 specimens of *M. ustulatum* collected from three localities in the Ryukyu Islands, including new localities. The environments in which these specimens were collected suggest that the habitat of this species is a weakly flowing environment in the middle reach of a river. This differs slightly from *M. australe*, which prefers

stagnant environments. Furthermore, our morphological examination of the two species suggested that the width/length ratio of the palm and carpus of the major second pereiopod is useful in distinguishing this species from *M. australe* without correlating with body size: both characters are thick in *M. ustulatum* (0.13–0.19, 0.14–0.18) and thinner (0.10, 0.08–0.10) in *M. australe*.

Key Words: diagnostic character, distribution, Ryukyu Islands, *Macrobrachium*, new record

はじめに

ナンヨウテナガエビ *Macrobrachium ustulatum* (Nobili, 1899) はザラテナガエビ *Macrobrachium australe* (Guérin-Méneville, 1838) に形態的に類似した淡水性の十脚甲殻類で、長らくザラテナガエビのシノニムとされていたが (De Grave & Fransen, 2011), 2017年に有効種として再記載された (Castelin *et al.*, 2017)。両種は遺伝的にも近縁で、互いに姉妹種の関係にある (Castelin *et al.*, 2017)。ザラテナガエビは西太平洋からインド洋にかけての熱帯から温帯域に、ナンヨウテナガエビは西太平洋の熱帯から温帯域に分布しており、ともに分布の北限は日本である (Castelin *et al.*, 2017; Fuke & Imai, 2018; 皆川・福家, 2024)。国内では、ザラテナガエビは主に琉球列島に分布し、無効分散と思われる個体が本州、四国、九州から報告されている (今井ら, 2008, 2015; 今井・大貫, 2013a, 2013b; 丸山, 2017, 2018; 阿久沢, 2018; 今井・中曾, 2019)。一方、ナンヨウテ

¹ 国立遺伝学研究所生態遺伝学研究室

〒411-8540 静岡県三島市谷田 1111

Ecological Genetics Laboratory, National Institute of Genetics, 1111 Yata, Mishima, Shizuoka 411-8540, Japan
*E-mail: yfa73986@gmail.com

² 球大学大学院理工学研究科

〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町字千原 1

Graduate School of Engineering and Science, University of the Ryukyus, 1 Sembaru, Nishihara, Okinawa 903-0213, Japan

³ 〒907-0003 沖縄県石垣市平得

Hirae, Ishigaki, Okinawa 907-0003, Japan

⁴ 東京大学大学院理学系研究科附属臨海実験所

〒238-0225 神奈川県三浦市三崎町小網代 1024

Misaki Marine Biological Station, School of Science, The University of Tokyo, 1024 Koajiro, Misaki, Miura, Kanagawa 238-0225, Japan

ナガエビは2015年に沖縄島で採集された雌1個体と、2023年に伊豆半島で採集された雄1個体が知られるのみであり (Fuke & Imai, 2018; 皆川・福家, 2024), 本種の日本における分布や生息環境に関する情報は不足している。今回、ナンヨウテナガエビの追加標本を沖縄島と石垣島の新産地を含む複数地点から得たのでこれを報告する。また、標本検討の過程で、第2胸脚大鉗脚の掌部と腕節の長さと太さの比率がナンヨウテナガエビとザラテテナガエビの判別に有用である可能性が示唆されたので、これも併せて報告する。

■ 材料および方法

調査は2017年と2023年に琉球列島の沖縄島および石垣島で行われた。採集された標本は70–80%エタノールで保存した。本研究で検討した標本は琉球大学博物館・風樹館 (RUMF) および神奈川県立生命の星・地球博物館 (KPM) に登録・収蔵した。標本写真は淡水生物の総合データベースであるffish.asiaに登録した (<https://ffish.asia/ustulatumJP>)。同定は形態質に基づいて行い、一部の標本についてはミトコンドリアDNA (mtDNA) の16S rRNA領域に基づくDNAバーコーディングも併用した。形態質に基づく同定には、ナンヨウテナガエビおよびザラテテナガエビの再記載を行ったCastelin *et al.* (2017)で提示された識別形質を用いた。体サイズの指標として頭胸甲長 (CL, 眼窩後方から頭胸甲の後端までの長さ) を与えた。第2胸脚の比率に関する形質については、CLとの関係をSpearmanの順位相関係数で検定した。ザラテテナガエビについてはサンプル数が3個体と少なかったため、統計検定は実施しなかった。有意水準は $p=0.05$ とし、計算はR 4.3.1 (R Core Team, 2023) で行った。

DNA抽出は片側の第5腹肢からMonarch Genomic DNA Purification Kit (New England Biolabs) を用いて行った。16S rRNA領域のPCR増幅には、プライマー セット 16S-F1 (5'-GTA CCT TTT GTA TCA GGG-3') と 16S-R1 (5'-CGG TYT GAA CTC AAA TCA TG-3') (Fuke & Maruyama, 2023) を用いた。PCR反応は12.5 μ L系で行い、反応液の構成は以下の通りとした: PrimeSTAR GXL DNA Polymerase

(TaKaRa) 0.25 μ L, 5×PrimeSTAR GXL Buffer 2.5 μ L, dNTP Mixture 1.0 μ L, 5 μ M PCR プライマー各0.75 μ L, DNA溶液0.8 μ L, 超純水 (Thermo Fisher Scientific) 6.45 μ L。PCR反応は予熱を98°Cで30秒、増幅反応を98°C 10秒、55°C 15秒、68°C 45秒の30サイクル、最終伸長を68°Cで30秒で行った。その後、ExoSAP-IT Express (Thermo Fisher Scientific) で精製したPCR産物を、ユーロフィンジェノミクス株式会社に委託してサンガー法による配列決定を行った。得られた配列は波形のチェックおよび編集を行った後、DNAバーコーディングのために、BLASTN (Altschul *et al.*, 1990; Johnson *et al.*, 2008) を用いた相同性検索を実施した。本研究で新たに決定した配列はDDBJを通じて国際塩基配列データベースに登録した (アクセスション番号: LC797336–LC797338)。

■ 結果と考察

Palaemonidae Rafinesque, 1815

テナガエビ科

Macrobrachium C. S. Bate, 1868

テナガエビ属

Macrobrachium ustulatum (Nobili, 1899)

ナンヨウテナガエビ

(Fig. 1)

検討標本。 沖縄島・RUMF-ZC-7596, 1雄, CL 26.2 mm, 名護市西屋部川, 2017年8月28日, 乾直人・栗田悟採集, Accession No. LC797338; RUMF-ZC-7597, 1雄, CL 28.9 mm, 名護市西屋部川, 2017年8月28日, 乾直人・栗田悟採集, Accession No. LC797337; RUMF-ZC-7598, 5雄, CL 14.6–26.2 mm, 名護市西屋部川, 2023年11月9日, 佐藤大義採集; RUMF-ZC-7599, 1雄, CL 18.5 mm, 名護市幸地川, 2023年11月9日, 佐藤大義採集。石垣島・RUMF-ZC-7594, 1雄, CL 17.4 mm, 石垣市桴海サラハマ川, 2023年8月26日, 清水直人・三田哲也・知念凌羽採集, Accession No. LC797336; RUMF-ZC-7595, 1雄, CL 17.9 mm, 石垣市桴海サラハマ川, 2023年9月14日, 佐藤大義採集。

比較標本。 ザラテテナガエビ: 静岡県・KPM-NH 4837, 1雄, CL 18.2 mm, 賀茂郡河津町谷津河津川水

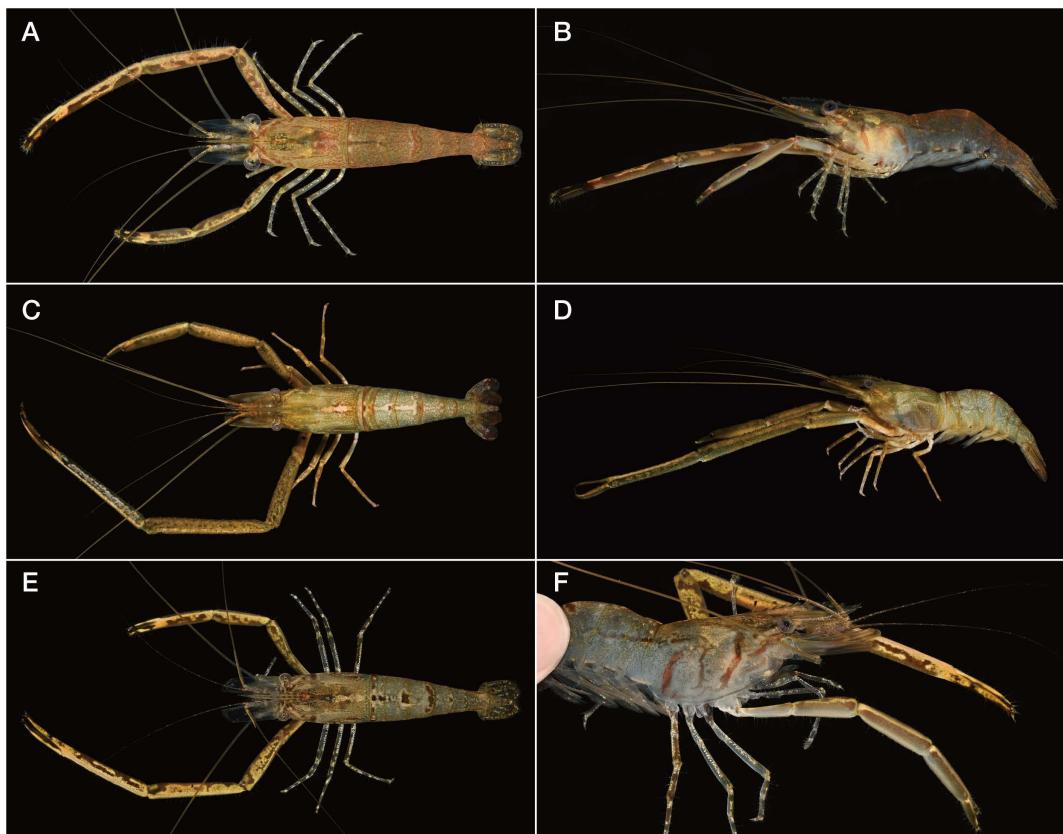


Fig. 1. *Macrobrachium ustulatum* collected from the Ryukyu Islands. A–B, RUMF-ZC-7594, male, CL 17.4 mm, Ishigaki Island, Japan (photographed by N. Shimizu). C–D, RUMF-ZC-7598, male, CL 26.2 mm, Okinawa Island, Japan. E–F, RUMF-ZC-7598, male, CL 22.5 mm, Okinawa Island, Japan (photographed by T. Sato).

系河津谷津川, 2023年10月28日, 福家悠介採集。沖縄島・RUMF-ZC-8267, 1雄, CL 22.4 mm, 名護市西屋部川, 2023年11月9日, 佐藤大義採集。石垣島・RUMF-ZC-8266, 1雄, CL 19.5 mm, 石垣市通路川, 2023年9月10日, 佐藤大義採集。

形態。 頭角は直線的で, 第1触角柄部を越え, 触角鱗の先端に達する個体もいる。頭角の先端部はわずかに上に向くが, ザラテテナガエビほど顕著ではない。頭角歯式は2–3+6–8/1–4。口蓋葉 (Epistome lobes) は強く湾曲し, 第4胸甲腹板 (Fourth thoracic sternite) は中央部に突起がある。第2胸脚 (Second Pereiopod: P2) の大きさは左右非対称で, 左右の長さの比率は1.35–2.03であった。最大値を示した個体 (RUMF-ZC-7598) は小鉗脚が再生中と考えられ, その個体を除くと比率の範囲は1.35–1.67であった。大鉗脚の腕節長と鉗部長の比率は0.64–0.70, 腕節長

と掌部長の比率は1.00–1.11, 指部 (可動指) 長と掌部長の比率は0.52–0.64であった。掌部の最大幅と掌部長の比率は0.13–0.19, 腕節の最大幅と腕節長の比率は0.14–0.18であった。小鉗脚の腕節長とハサミ長の比率は0.68–0.75, 腕節長と掌部長の比率は1.08–1.25, 指部長と掌部長の比率は0.48–0.70であった。小鉗脚の掌部と腕節には短い軟毛が密生する。第3胸脚長節の最大幅と長節長の比率は0.14–0.21であった (Fig. 2)。

色彩。 体色は赤褐色から薄い黄土色で, 頭胸甲の側面に3本の斜横帯がある。第3腹節の背部に暗色帯が入る。第2胸脚の上面は明色と暗色の2色からなり, 下面は暗色からなる。

DNAバーコーディング。 沖縄島と石垣島から得られた3個体についてmtDNA 16S rRNA領域868 bpを新たに配列決定し, BLASTによる相同性検索を

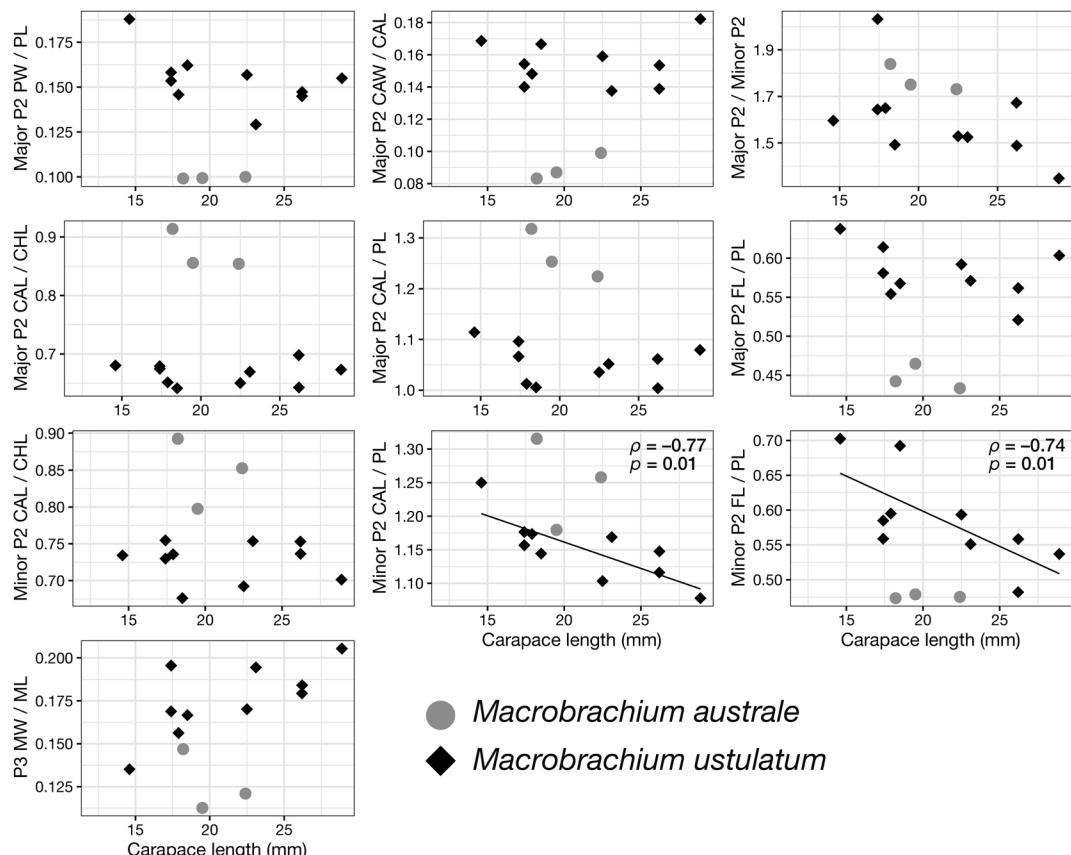


Fig. 2. Results of the morphological analysis of *Macrobrachium ustulatum* and *M. australis* based on the width/length ratio of the palm and carpus of the major second pereiopod and merus of the third pereiopod, and the diagnostic characters provided by Castelin *et al.* (2017). The regression line is shown when a statistically significant correlation with the carapace length was found. Abbreviations: CAL, carpus length; CAW, carpus width; CHL, chela length; FL, finger length; ML, merus length; MW, merus width; P2, second pereiopod; P3, third pereiopod; PL, palm length; PW, palm width.

行ったところ、いずれも先行研究で決定されたナンヨウテナガエビの配列と100%一致した (Castelin *et al.*, 2017; Fuke & Imai, 2018; 皆川・福家, 2024)。

生息環境. 本研究で検討した標本は、いずれも塩分の影響を受けない小規模な河川において、下流から中流の比較的流れのある平瀬や流れの緩やかな瀬の転石下から得られた。著者らの定性的な観察では、ナンヨウテナガエビは緩やかな流れのある環境を、ザラテナガエビは止水環境を好む傾向が確認された。今後、両種のマイクロハビタットを明らかにするには定量的な生息環境の評価が必要である。

同所的に見られるコエビ類として、沖縄島ではザラテナガエビ、ミナミテナガエビ *M. formosense* C. S. Bate, 1868, コンジンテナガエビ *M. lar* (Fabricius,

1798), ネッタイテナガエビ *M. placidulum* (De Man, 1892), 石垣島ではザラテナガエビ、ミナミテナガエビ、ネッタイテナガエビ、オニヌマエビ *Atyopsis spinipes* (Newport, 1847) が確認された。

分布. 本種はこれまで日本、台湾、フィリピン、パプアニューギニア、インドネシア、パラオ、バヌアツから報告されている (Castelin *et al.*, 2017; Fuke & Imai, 2018)。国内からは、沖縄島から雌1個体と伊豆半島から雄1個体が報告されているのみであった (Fuke & Imai, 2018; 皆川・福家, 2024)。本研究において、新たに沖縄島の1水系と石垣島において生息が認められた。

本種は小卵多産種であること (Fuke & Imai, 2018), また太平洋に広く分布していることから (Castelin *et*

al., 2017), 両側回遊性の生活史を持つと考えられる。そのため, 沖縄島と石垣島以外においても, 流れが緩やかな中・下流域のある河川を有する島嶼であれば, 本種が分布している可能性がある。成体雄を除いて近縁種との判別が難しい本種では, 環境DNAを用いたメタバーコーディング, または種特異的プライマーによる種検出系が生息調査に有用であると思われる。本種の雌個体や幼体, 幼生における形態形質に基づく同定方法については, さらなる研究が必要である。

備考. 本種とザラテテナガエビの形態的差異としては, Castelin *et al.* (2017) で報告された6つの形質が知られている。このうち, 第2胸脚の各節長の比率について, 大鉗脚および小鉗脚の指部長と掌部長の比率と小鉗脚の腕節長と掌部長の比率において種間でオーバーラップがある他, 両種の特徴を持つ個体が報告されていることから (皆川・福家, 2024), より簡便かつ明瞭に区別できる形質が必要であった。

本研究は, 成体雄の第2胸脚大鉗脚の掌部長と最大幅の比率 (0.13–0.19 vs. 0.10) および腕節長と最大幅の比率 (0.14–0.18 vs. 0.08–0.10) が種間で明瞭に異なることを示した (Fig. 2)。これらの形質は, 少なくともナシヨウテナガエビでは体サイズに関係なく安定的な形質であることが示唆された (それぞれ, Spearman's rank correlation test, $\rho = -0.51, -0.06$, $p = 0.13, 0.87$)。さらに, 第3胸脚の長節長と最大幅の比率は, わずかなオーバーラップがあるものの種間で異なった (0.14–0.21 vs. 0.11–0.15)。こうした頑強な胸脚は, ナシヨウテナガエビの流水環境に対する適応を示唆する。これらの形質は, 種の識別形質として利用できることが示唆された。皆川・福家 (2024) は, 従来の識別形質で同定できないナシヨウテナガエビについて, DNAバーコーディングで同定を行ったが, 当該標本はザラテテナガエビと比べて頑強な第二胸脚を有しており, 上記の新規識別形質を用いれば形態に基づく両種の判別が可能であると思われる。一方で, Castelin *et al.* (2017) で示された第2胸脚小鉗脚の腕節長と掌部長の比率および指部長と掌部長の比率については, 体サイズと有意な負の相関が認められたため (それぞれ, Spearman's rank correlation test, $\rho = -0.77, -0.74$, $p = 0.01, 0.01$), 識別形質としての利用には注意を要する。

謝 辞

知念凌羽氏・小林大純氏・栗田悟氏・三田哲也氏・茂木隆伸氏・上田龍之介氏には標本の採集にご協力いただいた。丸山智朗氏には標本の同定にご協力いただいた。佐藤武宏氏 (神奈川県立生命の星・地球博) には標本の登録にご協力いただいた。匿名の査読者には原稿の修正に有益な意見をいただいた。本研究の一部は, JSPS科研費 (JP23KJ2156) の助成を受けた。

引用文献

- 阿久沢拓生, 2018. 和歌山県におけるオニヌマエビの記録. 南紀生物, 60: 123–125.
- Altschul, S. F., Gish, W., Miller, W., Myers, E. W., & Lipman, D. J., 1990. Basic local alignment search tool. Journal of Molecular Biology, 215: 403–410.
- Castelin, M., Mazancourt, V. D., Marquet, G., Zimmerman, G., & Keith, P., 2017. Genetic and morphological evidence for cryptic species in *Macrobrachium australe* and resurrection of *M. ustulatum* (Crustacea, Palaemonidae). European Journal of Taxonomy, 289: 1–27.
- De Grave, S., & Fransen, C. H. J. M., 2011. Carideorum catalogus: the recent species of the dendrobranchiate, stenopodidean, procarididean and caridean shrimps (Crustacea: Decapoda). Zoologische Mededelingen, 85: 195–589.
- Fuke, Y., & Imai, H., 2018. First Japanese record of *Macrobrachium ustulatum* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) from Okinawa-jima Island, Japan. Fauna Ryukyuana, 44: 7–15.
- Fuke, Y., & Maruyama, T., 2023. First record of *Macrobrachium mammillodactylus* (Thallwitz, 1891) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) from Japan. Check List, 19: 821–826.
- 今井正・中曾雅之, 2019. 長崎市神浦川におけるザラテナガエビの記録. 水生動物, 2019: AA2019–8.
- 今井正・大貫貴清, 2013a. 伊豆半島戸田大川におけるザラテナガエビ未成体の出現. 南紀生物, 55: 112–114.
- 今井正・大貫貴清, 2013b. 紀伊半島南西部の河川で採集されたザラテナガエビとコンジンテナガエビの未成体. 南紀生物, 55: 11–14.
- 今井正・大貫貴清・米田透・梅木康太郎・秋山信彦, 2008. 伊豆半島谷津川におけるコンジンテナガエビの生息状況およびザラテナガエビの本州初記録. 神奈川自然保全研究会報告書, 18: 1–8.
- 今井正・大貫貴清・鈴木廣志, 2015. 高知県室戸半島と足摺半島における淡水産コエビ類の分布. 日本生物地理学会会報, 70: 159–171.

- Johnson, M., Zaretskaya, I., Raytselis, Y., Merezhuk, Y., McGinnis, S., & Madden, T. L., 2008. NCBI BLAST: a better web interface. *Nucleic Acids Research*, 36: W5–W9.
- 丸山智朗, 2017. 神奈川県および伊豆半島の河川から採集された注目すべき熱帯性コエビ類5種. 神奈川自然誌資料, 38: 29–35.
- 丸山智朗, 2018. 相模湾および周辺海域流入河川にお

- いて2016年8月以降に採集された熱帯性コエビ類5種の記録. 神奈川自然誌資料, 39: 31–38.
- 皆川優作・福家悠介, 2024. 本州初記録のナンヨウテナガエビ（甲殻亜門：十脚目：テナガエビ科）の報告. 水生動物, 2024: AA2024–7.
- R Core Team., 2023. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.