

平成 22 年 4 月 16 日現在

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2006～2009

課題番号：18570087

研究課題名（和文） 中生動物ニハイチュウの分類、系統、進化

研究課題名（英文） Systematics, phylogeny, and evolution of dicyemid mesozoans

研究代表者 古屋 秀隆 (FURUYA HIDETAKA)

大阪大学大学院 理学研究科 准教授

研究者番号：20314354

研究成果の概要（和文）：

(1)分類 イイダコ、スナダコ、コブシメ、テナガコウイカ、メンダコから 10 新種のニハイチュウを記載した他、ボウズイカとミズダコのニハイチュウの再記載を行なった。

(2)系統関係

ギャップ結合タンパクのイネキシンによるニハイチュウの系統解析を行なった結果、以前から考えられていた扁形動物との関連性はなく、軟体動物や環形動物との関連が深いことが明らかになった。

(3)共進化 ニハイチュウと頭足類について、それぞれの種間の系統関係を調べた結果、共進化している種もみられる一方で、宿主を変えた種もみられ、いわゆる共進化はみられなかった。

研究成果の概要（英文）：

(1) Description of new species

Ten new species of dicyemid were found in five species of cephalopods. Three dicyemid species of *Rossia pacifica* and *Enteroctopus dofleini* were redscribed.

(2) Phylogenetical relationship of dicyemids

The relationship of dicyemids was studied using the amino acid sequences of the gap junction protein, Innexin. The dicyemid was more closely related to mollusks and annelids than platyhelminthes.

(3) Coevolution

The phylogenetic trees of dicyemid species and the host cephalopods revealed that dicyemids and cephalopods did not co-evolved. Some dicyemid species change the host species, some co-specified with the host cephalopods.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	1,000,000	0	1,000,000
2007 年度	800,000	240,000	1,040,000
2008 年度	800,000	240,000	1,040,000
2009 年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
総計	3,400,000	720,000	4,120,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学・生物多様性・分類

キーワード：中生動物、分類、系統、進化、共進化

### 1. 研究開始当初の背景

ニハイチュウは、底棲の頭足類の腎囊に寄生する体長数ミリの多細胞動物である。この動物は、体をつくる細胞数が10-40個と少なく、極めて単純な体制を示す。その単純な体制から、ニハイチュウは、単細胞動物と多細胞動物をつなぐ動物として、古くから動物の多細胞化を考える上で興味深い動物とされてきた。しかし、その見かけによらず、三胚葉動物（螺旋型卵割動物）の一員であるとする見方が優勢である。もしニハイチュウが三胚葉動物であるとしたら、そのなかでも最も原始的な位置を占めるものと予想され、左右相称動物の起源を探る上でも興味深い動物となる。

### 2. 研究の目的

ニハイチュウの分類に関しては、未記載種が多く、日本におけるニハイチュウ相はまだ部分的にしか解明されていない。

最近の分子系統学による結果では、ニハイチュウは三胚葉動物の螺旋型卵割動物の一員であるとする見方が優勢である。しかし、螺旋型卵割動物のうちどの分類群との関連が深いかが明らかでない。そこで、分子系統学的手法を用いてニハイチュウの系統的位置を解析し、ニハイチュウがどのような祖先動物から進化してきたか探る。

ニハイチュウは一般に宿主特異性をもつが、これは頭足類の種分化とニハイチュウの種分化の歴史が平行して進んできたことを想像させる。この宿主特異性の問題や、頭足類とニハイチュウとの共進化の問題も分子系統学的手法を利用して検討する。

### 3. 研究の方法

日本沿岸産のイイダコ、スナダコ、コブシメ、テナガコウイカ、メンダコ、ボウズイカ、ミズダコの腎囊を検索し、発見したニハイチュウの特徴を記載した。

ニハイチュウの前口動物内での系統関係をギャップ結合のタンパク質のイネキシン遺伝子のアミノ酸配列を明らかにし、系統樹を作成して解析した。

ニハイチュウと頭足類との関係（共進化）を明らかにするため、日本沿岸産の頭足類18種の系統関係とそれらに寄生する31種のニハイチュウについて、ニハイチュウとその宿

主頭足類の系統解析を行ない、両者の系統樹を比較し、共進化の実像を調べた。

### 4. 研究成果

日本沿岸産のイイダコ、スナダコ、コブシメ、テナガコウイカ、メンダコから10新種のニハイチュウを記載した他、ボウズイカとミズダコのニハイチュウの再記載を行なった。

ニハイチュウの前口動物内での系統関係をギャップ結合のタンパク質のイネキシン遺伝子のアミノ酸配列を明らかにし、系統樹を作成して解析した。その結果、18SrRNAによる系統解析とは異なり、ニハイチュウは、螺旋型卵割動物の系統内で、扁形動物の次に分岐することが明らかになった。

ニハイチュウとその宿主頭足類の系統解析を行ない、両者の系統樹を比較した。その結果、タコ類とイカ類にみられるニハイチュウは、それぞれおおむね単系統を示したが、なかにはホストスイッチしたと考えられる種が見つかった。また、同じ種の宿主にみられるニハイチュウ類では、それぞれが近縁種で、同じ宿主の中で種分化が起きていることが示唆された。さらに、イカ類にみられるニハイチュウ類が早くに分岐しているため、ニハイチュウは最初イカ類に寄生していたことが示唆された。ニハイチュウとその宿主には、一部に共進化がみられるのみで、全体的にみるとニハイチュウは共進化していないことが明らかになった。これは、ニハイチュウにとっての頭足類は宿主として無くてはならぬ存在であるが、頭足類にとっては、ニハイチュウの存在はそれほど重要ではないという一方的な関係からであろう。

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計18件)

以下18件の論文はすべて査読付きです。

1. Ogino, K., Tsuneki, K., and Furuya H. (2010) Unique genome of dicyemid mesozoan: highly shortened spliceosomal introns in conservative exon/intron structure. *Gene*

449: 70–76.

2. Yoshida, M., Shigeno, S., Tsuneki, K., and Furuya, H. (2010) Squid vascular EGF receptor: a conserved molecular signature in the convergent evolution of closed circulatory systems. *Evolution & Development* 12: 25–33.

3. Furuya, H. (2009) Two new dicyemids from *Sepia longipes* (Mollusca: Cephalopoda: Decapoda). *Journal of Parasitology* 95: 681–689.

4. Furuya, H. (2009) A new dicyemid from *Opisthotecthis depressa* (Mollusca: Cephalopoda: Octopoda). *Journal of Parasitology* 95: 971–975.

5. Kobayashi, M., Furuya H., and Wada, H. (2009) Molecular markers comparing the extremely simple body plan of dicyemids to that of lophotrochozoans: insight from the expression patterns of Hox, *Otx*, and *brachyury* *Evolution & Development* 11: 582–589.

6. Furuya, H. (2008) A new dicyemid from *Sepiella japonica* (Mollusca: Cephalopoda: Decapoda). *Journal of Parasitology* 94: 223–229.

7. Furuya, H. (2008) Redescription of *Dicyemenea nouveli* (Phylum: Dicyemida) from *Enteroctopus dofleini* (Mollusca: Cephalopoda: Octopoda). *Journal of Parasitology* 94: 1064–1070.

8. Furuya, H. (2008) Three new dicyemids

from *Octopus sasakii* (Mollusca: Cephalopoda: Octopoda). *Journal of Parasitology* 94: 1071–1081.

9. Ogino, K., Tsuneki, K., and Furuya H. (2007) The expression of tubulin and tektin genes in dicyemid mesozoans (Phylum: Dicyemida). *Journal of Parasitology* 93: 608–618.

10. Furuya, H., Hochberg, F. G., and Tsuneki, K. (2007) Cell number and cellular composition in vermiform larvae of dicyemid mesozoans (Phylum Dicyemida). *Journal of Zoology* 272: 284–298.

11. Furuya, H. and Tsuneki, K. (2007) Developmental patterns of the hermaphroditic gonad in dicyemid mesozoans (Phylum Dicyemida). *Invertebrate Biology* 126: 295–306.

12. Furuya, H. (2007) Redescription of two *Dicyemenea* (Phylum: Dicyemida) from *Rossia pacifica* (Mollusca: Cephalopoda: Decapoda). *Journal of Parasitology* 93: 841–849.

13. Ogino, K., Tsuneki, K., and Furuya H. (2007) Cloning of chitinase-like protein 1 cDNA from dicyemid mesozoans (Phylum Dicyemid). *Journal of Parasitology* 93: 1403–1415.

14. Aruga, J., Odaka, Y., Kamiya, A., and Furuya, H. (2007) Dicyema Pax6 and Zic: tool-kit genes in a highly simplified bilaterian. *BMC Evolutionary Biology* 7:

201.

15. Furuya, H. (2006) Three new species of dicyemid mesozoans (Phylum Dicyemida) from *Amphioctopus fangsiao* (Mollusca: Cephalopoda), with comments on the occurrence patterns of dicyemids. Zoological Science 23: 105-119.

16. Yoshida, M., Tsuneki, K., and Furuya H. (2006) Phylogeny of Selected Sepiidae (Mollusca, Cephalopoda) based on 12S, 16S, and COI sequences, with comments on the taxonomic reliability of several morphological characters. Zoological Science 23: 342-351.

17. Furuya, H. (2006) Two new species of *Dicyema* (Dicyemida: Dicyemidae) from *Amphioctopus areolatus* (Mollusca: Cephalopoda: Octopodidae). Species Diversity 11: 257-269.

18. Furuya, H. (2006) A new species of *Dicyemenea* Whitman, 1883 (Phylum Dicyemida) from *Sepia latimanus* (Mollusca: Cephalopoda: Decapodidae) off Okinawa, Japan. Systematic Parasitology 65: 205-213.

[学会発表] (計5件)

1. 古屋秀隆 海の寄生虫学 - ニハイチュウの生物学: 分類、系統、生活史, 第149回日本獣医学会 2010年3月28日 東京

2. 古屋秀隆、福井綾子、鈴木一隆、常木和日子: 中生動物ニハイチュウの種分化と細胞数の減少, 第80回(社)日本動物学会 2009年9月19日 静岡

3. 古屋秀隆

駿河湾産メンダコから発見された新種のニハイチュウ

(社)日本動物学会 2008年9月6日 福岡

4. 古屋秀隆、常木和日子  
中生動物ニハイチュウの両性生殖腺におけるサイズ、数、配偶子数の間にみられる関係  
(社)日本動物学会 2007年9月20日 弘前

5. 古屋秀隆、常木和日子  
中生動物ニハイチュウの両性生殖腺における複数の細胞系譜  
(社)日本動物学会 2006年9月24日 松江

[図書] (計1件)

1. 古屋秀隆 (2007) 「中生動物の分類と自然史」21世紀の動物科学 日本動物学会編 培風館 pp. 11-37.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

古屋 秀隆 (FURUYA HIDETAKA)

大阪大学・大学院理学研究科・准教授

研究者番号: 20314354

(2) 研究分担者

( )

研究者番号:

(3) 連携研究者

( )

研究者番号: