舞鶴帯の後期ペルム紀ボレアル型–テチス型混合腕足類フォーナ：舞鶴層群の堆積場に関する1つの化石証拠

Late Permian Boreal-Tethyan mixed brachiopod fauna from the Maizuru Belt, southwest Japan: Fossil evidence for the tectono-sedimentological setting of the Maizuru Group

Abstract

田沢純一*

*Jun-ichi Tazawa **

2006年1月31日受付.

2006年7月5日受理.

* 新潟大学理学部地質科学科

Department of Geology, Faculty of Science,
Niigata University, Niigata 950-2181, Japan

J. Tazawa, tazawa@geo.sc.niigata-u.ac.jp

The Kawahigashi fauna from the upper part of the Maizuru Group (Changhsingian) in the Kawahigashi and Yakuno areas, Kyoto Prefecture, Maizuru Belt, southwest Japan is a typical Boreal-Tethyan mixed brachiopod fauna. It contains the Boreal (antitropical) elements *Lamnimargus* and *Megousia* and the Tethyan element *Eolyttonia*. The Maizuru Belt, with some Late Permian (Lopingian) Boreal-Tethyan mixed brachiopod faunas such as the Kawahigashi fauna, was probably a foreland basin, which was located at the eastern margin of North China (Sino-Korea) and belonged to the transitional zone between the Boreal and Tethyan realms in the Late Permian.

Key words: Boreal-Tethyan mixed fauna, brachiopod, Kawahigashi fauna, Late Permian, Maizuru Belt

はじめに

舞鶴帯の構成岩類がどこで形成されたかという問題は、舞鶴帯のみならず日本の先新第三系の構造発達史を解明するうえで重要である。従来この点に関しては、不明瞭であるか(勘米良, 1980; Taira et al., 1989; Ichikawa, 1990; Otoh and Yanai, 1996),あるいは直接的な証拠が示されないままに南中国(揚子地塊・華南地塊)周辺と見なされることが多かった(例えば、磯崎・丸山, 1991; Isozaki, 1996, 1997; Maruyama et al., 1997; 八尾, 2000; Taira, 2001)。舞鶴帯の形成過程を論じた Hayasaka (1990), 早坂ほか (1996) もそれがどの大陸の周辺で行われたかについては述べていない。そうしたなかで、Kobayashi (1999, 2003) は石炭・ペルム紀小型有孔虫・フズリナ類の古生物地理学的研究をもとに、ペルム系舞鶴層群および三疊系夜久野層群(御祓山層群)最下部層が南中国東縁の大陸斜面で堆積したと考えた。一方、筆者(田沢, 2000b; Tazawa, 2001a) はペルム紀腕足類の古生物地理学的研究をもとに、舞鶴層群の堆積場を北中国(中朝地塊)東縁の海域であると考えた。また、日本全体の形成論のなかで、舞鶴帯の構成岩類は北中国東縁で誕生、発展した南部北上テレーンに引き続いて、ペルム紀になってからその外側に形成されたと考えた(田沢, 1993, 2004)。

従来の研究(清水ほか, 1962; 鈴木, 1987; Hayasaka, 1990; Kobayashi, 2003)によれば、舞鶴層群は西南日本の舞鶴～広島にかけてNE–SW方向に分布するペルム系で(Fig. 1), 主に黒色頁岩優勢のタービダイトからなり、全層厚は約1,500～2,000 mに達する。舞鶴層群の下部層は玄武岩、玄武岩質凝灰岩、それに黒色頁岩からなる。中部層は主に黒色

頁岩からなり、酸性凝灰岩・砂岩・礫岩などの薄層を挟む。上部層も黒色頁岩が多いが、砂岩・礫岩層をひんばんに挟むほか、一部では石灰岩ブロックを含む。これまでに舞鶴層群からはペルム紀の放散虫・小型有孔虫・フズリナ・コケムシ・腕足類・二枚貝・三葉虫などの化石が報告されている。腕足類については、河東(物部, 奥山), 公庄, 夜久野, 御津, 八千代の各地域から, Mashiko (1934), Imamura (1953), Shimizu (1961a, b, 1963), Yanagida (1993) により, 合計26属53種が記載され, Shen et al. (2000), Shen and Shi (2000), 田沢 (2000b), Tazawa (2001a) により古生物地理学的考察がなされている。

ところで日本から産出する化石フォーナをもとにペルム紀古生物地理を検討する場合、ボレアル型(非熱帯型)の種あるいは属が存在するか否かが極めて大きな意味を持つ。多くのテチス型タクサに混じって、たとえ少数であれボレアル型タクサが存在するならば、そのフォーナはボレアル区–テチス区漸移(境界)帯に属することになる。最近、筆者は舞鶴層群産腕足類フォーナのなかで最大のものである河東フォーナ(Shimizu, 1961a)について、主要な構成要素であるプロダクタス類(Productida 目)を対象として、分類学的再検討を行った。その結果、このフォーナがボレアル型とテチス型の両方の要素を含むボレアル型–テチス型混合腕足類フォーナであることが明らかになった。とくに *Lamnimargus*, *Megousia* などボレアル型腕足類の存在が確実になったことの意味は大きい。これらは中～高緯度地域に分布した腕足類で、ペルム紀当時赤道付近にあったと考えられる南中国からは未報告である。このことから、舞鶴帯はペルム紀の頃、北半球の中緯度地域にあった北中国北～東縁の海域を占めるボ

Fig. 1. Simplified geological map of southwest Japan, showing the distribution of the Permian Maizuru Group and the brachiopod fossil localities (after Tazawa, 2006).

レアル区-テチス区漸移帯に位置したと考えられる。タービダイトが卓越する層相をあわせ考えて、舞鶴層群の堆積場はおそらく北中国東縁の前陸盆地 (foreland basin) であったと推定される。

河東フォーナのプロダクタス類の再記載は別誌で行ったので (Tazawa, 2006), 本論文では分類学的記載を簡略化し, 主に河東フォーナの古生物地理学的特性について述べる。また、舞鶴帯の他地域から産するペルム紀腕足類フォーナについても、それらの古生物地理学的解釈に関するレビューを行う。さらに、小型有孔虫・フズリナ類に基づいて舞鶴層群の堆積場を南中国東縁海域であるとした Kobayashi (1999, 2003) の考えについて、筆者の見解を述べる。そのうえで国内外の上部ペルム系との層相・化石相の比較を行い、舞鶴層群の堆積場について考察する。

河東フォーナ

河東フォーナは、京都府北部の河東地域および夜久野地域の舞鶴層群上部から産出する腕足類フォーナで、Shimizu (1961a) により以下の8属21種のペルム紀腕足類が記載されている (Table 1): *Chonetina substrophomenoides* (Huang), *C. cf. strophomenoides* (Waagen), *C. matsushitai* Shimizu, *Lissochonetes bipartita* (Waagen), *L. morahensis* (Waagen), *L. cf. avicula* (Waagen), *L. sp.*, *Productus* (*Dictyoclostus*) *gratiosus* Waagen, *P. (D.) cf. margaritatus* Mansuy, *P. (D.) sp.*, *Linoproductus* *kiangsiensis* (Kayser), *L. interruptus* Huang, *Aulosteges* *dalhousi* Davidson, *Eolyttonia* *nakazawai* Shimizu, *Derbyia* *altestriata* Waagen, *D. cf. altestriata* Waagen,

D. cf. grandis Waagen, *D. hemisphaerica* var. *radiata* Reed, *D. sp.*, *Hustedia grandicosta* (Davidson), *H. indica* (Waagen). このたび、それらのうちの *Productus* (*Dictyoclostus*), *Linoproductus* および *Eolyttonia* に属すとされたプロダクタス類3属4種について分類学的再検討を行った結果、次の3属3種であることが判明した: *Lamnimargus japonicus* (Tazawa), *Megousia* sp., *Eolyttonia* sp.

***Lamnimargus japonicus* (Tazawa, 1975)** (Figs. 2A-D): 標本は大江町奥山の舞鶴層群上部の細礫岩から採集された腹殻 (ventral valve) 1個 (JP30089A-C) と背殻 (dorsal valve) 3個 (JP30093-30095) の合計4個体である。殻のサイズは、腹殻 (JP30089A) の殻長14 mm, 殻幅23 mm, 背殻 (JP30093) の殻長15 mm, 殻幅34 mm。耳翼 (ear) が側方に長く伸びていること、背殻の体部 (visceral disc) の殻表が網目状装飾 (reticulate ornament) で覆われていること、腹殻内部に顕著な縁隆起 (marginal ridge) を持つことから、*Lamnimargus* の1種であると判断される。パンジャブヒマラヤ Spiti の上部ペルム系 (Wuchiapingian) から記載された模式種 *Lamnimargus himalayensis* (Diener, 1899) (Fig. 3D) と比較して、殻のサイズが小さく、殻表装飾がより繊細である。南部北上帯気仙沼地域鍋越山の登米層上部 (Changhsingian) から記載された *Lamnimargus japonicus* (Tazawa, 1975) (Figs. 3A-C) と殻のサイズおよび殻表装飾が類似していることから、この種に同定される。Shimizu (1961a) は腹殻標本 (JP30089A-C) を *Productus* (*Dictyoclostus*) *gratiosus* Waagen, 1884 [= *Transennatia gratiosa* (Waagen, 1884)]

Table 1. Permian brachiopod species of the Kawahigashi fauna, originally described by Shimizu (1961a), and partly revised by Tazawa (2006).

Shimizu (1961a)	Tazawa (2006)
<i>Chonetina substrophomenoides</i> (Huang)	
<i>C.</i> cf. <i>strophomenoides</i> (Waagen)	
<i>C.</i> <i>matsushitai</i> Shimizu	
<i>Lissochonetes bipartita</i> (Waagen)	
<i>L.</i> <i>morahensis</i> (Waagen)	
<i>L.</i> cf. <i>avicula</i> (Waagen)	
<i>L.</i> sp.	
<i>Productus</i> (<i>Dictyoclostus</i>) <i>gratiosus</i> Waagen	<i>Lamnimargus japonicus</i> (Tazawa)
<i>P.</i> (<i>D.</i>) cf. <i>margaritatus</i> Mansuy	
<i>P.</i> (<i>D.</i>) sp.	<i>Lamnimargus japonicus</i> (Tazawa)
<i>Linoproductus kiangsiensis</i> (Kayser)	
<i>L.</i> <i>interruptus</i> Huang	<i>Megousia</i> sp.
<i>Aulosteges dalhousi</i> Davidson	
<i>Eolyttonia nakazawai</i> Shimizu	<i>Eolyttonia</i> sp.
<i>Derbyia altestriata</i> Waagen	
<i>D.</i> cf. <i>altestriata</i> Waagen	
<i>D.</i> cf. <i>grandis</i> Waagen	
<i>D.</i> <i>hemispaerica</i> var. <i>radiata</i> Reed	
<i>D.</i> sp.	
<i>Hustedia grandicosta</i> (Davidson)	
<i>H.</i> <i>indica</i> (Waagen)	

に同定し、背殻標本 (JP30093-30095) を *Productus* (*Dictyoclostus*) sp. とした。しかし、*Transennatia gratiosa* はより小型のプロダクタス類で、耳翼が小さい。また、腹殻は縁隆起を欠き、内部構造がまったく異なる。*Dictyoclostus* はより大型のプロダクタス類で、腹殻と背殻の体部は網目状装飾に覆われているが、耳翼が小さい。また、腹殻は縁隆起を欠いている。

Megousia sp. (Figs. 2E-G): 綾部市物部の舞鶴層群上部の黒色頁岩から採集された背殻標本 1 個 (JP30097A, B)。背殻は横に長く (殻長 8 mm, 殻幅 19 mm +), 浅い凹状を呈し、著しく発達した耳翼を持つ。殻表は強い同心円状褶 (lamellae) と数多くの細い放射条 (capillae) で装飾されている。耳翼も細い放射条で装飾されている。この標本は、殻形、サイズ、殻表装飾および発達した耳翼などから、*Megousia* の 1 種であると判断される。南部北上帯鍋越山の登米層上部から記載された *Megousia nakamurai* Tazawa, 1975 (Fig. 3F), およびテキサス西部の中部ペルム系 (Wordian) から記載された模式種 *Megousia auriculata* Muir-Wood and Cooper, 1960 (Fig. 3E) に似ているが、標本の保存状態が不良のため、種レベルでの同定はできない。Shimizu (1961a) は本標本が *Megousia* を特徴づける、放射条で装飾された著しく発達した耳翼を有することを見落とし (写真では耳翼が切り取られている; Shimizu, 1961a, pl. 15, fig. 11), これを *Linoproductus interruptus* Huang, 1932 [= *Anidanthus interruptus* (Huang, 1932)] に同定した。しかし、*Anidanthus* の耳翼は放射条ではなく同心円状褶で装飾されている。また、*Anidanthus* においては背殻表面にみられる同心円状褶が *Megousia* のそれよりも弱い。

Eolyttonia sp. (Fig. 2H): 夜久野町^{たかうち}高内の舞鶴層群上部の石灰質砂岩から採集された 1 個の腹殻標本 (JP30100)。殻長 11 mm, 殻幅 17 mm。腹殻はほぼ平坦で、4 対の対称的な裂片 (lobe) を持つ。側隔壁 (lateral septa) は厚く、頂部が凹状をなす “*Eolyttonia* 型” である。本標本は側隔壁の形状により *Eolyttonia* の 1 種であることが明らかである。殻のサイズと裂片の数からして、若い個体であると考えられる。したがって他種との詳しい比較は難しい。ロシア極東地域プリモリエ南部の中部ペルム系 (Capitanian) から記載された模式種 *Eolyttonia mira* (Fredericks, 1916) (Fig. 3G), 南部北上帯鍋越山の登米層上部から記載された *Eolyttonia* cf. *nakazawai* Shimizu, 1961a (Fig. 3H) のいずれにもよく似ている。しかし標本が若い 1 個の腹殻のみであるので、ここでは *Eolyttonia* sp. とする。Shimizu (1961a) はこの標本に基づいて *Eolyttonia nakazawai* Shimizu, 1961a と命名したが、新種を提唱するには標本が不十分である。

河東フォーナの古生物地理

Tazawa (2006) は河東フォーナに含まれる 3 種のプロダクタス類, *Lamnimargus japonicus*, *Megousia* sp., *Eolyttonia* sp. について、それぞれ種および属レベルでの汎世界的な層位的・地理的分布をまとめ、古生物地理学的検討を行った。以下にその結果を要約する。

Lamnimargus は、これまでに *L. himalayensis* (Diener) と *L. japonicus* (Tazawa) の 2 種が知られている。*L. himalayensis* は、クロアチア、カシミール、カラコルム、ヒマラヤ、チベット、北中国 (甘粛省)、ロシア極東地域 (プリモリエ南部) の中部～上部ペルム系 (Roadian-

Fig. 2. Representative brachiopods of the Kawahigashi fauna (after Tazawa, 2006). A-D ($\times 1$), E-H ($\times 3$). A-D: *Lamnimargus japonicus* (Tazawa, 1975), A: dorsal view of an external mould of dorsal valve, JP30093, B, C, D: ventral, lateral and anterior views of an internal mould of ventral valve, JP30089A, E-G: *Megousia* sp., E: dorsal view of an internal mould of dorsal valve, JP30097B, F, G: dorsal views of an external latex cast and an external mould of dorsal valve, JP30097A, H: *Eolyttonia* sp., ventral view of an internal mould of ventral valve, JP30100.

Fig. 3. Type and allied species of the genera *Lamnimargus*, *Megousia* and *Eolyttonia* (after Diener, 1899; Fredericks, 1916; Muir-Wood and Cooper, 1960; Tazawa, 1975). A-D, G ($\times 1$), E, F, H ($\times 3$). A-C: *Lamnimargus japonicus* (Tazawa, 1975), from the upper Toyoma Formation of the Kesennuma area, South Kitakami Belt, northeast Japan, A: dorsal view of an external mould of dorsal valve, B, C: ventral and lateral views of an internal mould of ventral valve, D: *Lamnimargus himalayensis* (Diener, 1899), from the Upper Permian (Wuchiapingian) of Spiti, Punjab Himalayas, ventral view of shell with exfoliated, partially missing ventral valve, E: *Megousia auriculata* Muir-Wood and Cooper, 1960, from the Middle Permian (Wordian) of West Texas, U.S.A., dorsal view of a shell, F: *Megousia nakamurai* Tazawa, 1975, from the upper Toyoma Formation of the Kesennuma area, South Kitakami Belt, northeast Japan, dorsal view of an external latex cast of dorsal valve, G: *Eolyttonia mira* (Fredericks, 1916), from the Middle Permian (Capitanian) of South Primorye, eastern Russia, ventral view of an internal mould of ventral valve, H: *Eolyttonia* cf. *nakazawai* Shimizu, 1961a, from the upper Toyoma Formation of the Kesennuma area, South Kitakami Belt, northeast Japan, ventral view of an internal mould of ventral valve.

Changhsingian) から報告されており、とくに上部ペルム系 (Wuchiapingian) から多く産出する。また、*L. japonicus* は、日本 (舞鶴帯、南部北上帯) の上部ペルム系 (Changhsingian) から産出する (Fig. 4)。

Megousia はこれまでに 15 種が記載されている。それらはグリーンランド、スピッツベルゲン、ロシア北極地域 (ノバヤゼムリヤ、カニン半島、チマン、ペチョラ盆地、パイコイ、タイミール半島、ベルホヤンスク、コリマールオモロン)、ロシア極東地域 (プリモリエ南部)、日本 (秋吉帯、舞鶴帯、飛騨外縁帯、南部北上帯)、アラスカ、カナダ北極地域 (アクセルハイベルグ島)、メキシコ、テキサス西部、オーストラリア東部 (クイーンズランド、ニューサウスウェールズ、タスマニア島)、ニュージーランドの下部～上部ペルム系 (Sakmarian-Changhsingian)、主に下部～中部ペルム系 (Kungurian-Capitanian) から産出する (Fig. 4)。

Eolyttonia は、21 種が記載されている。それらはスペイン、オーストリア、スロベニア、ウラル山地南部、ロシア極東地域 (プリモリエ南部)、マレーシア、タイ、中国 (陝西省、黒竜江省)、日本 (舞鶴帯、美濃帯、南部北上帯)、北アメリカ (テキサス西部) の上部石炭系～上部ペルム系 (Kasimovian-Changhsingian)、主に下部～中部ペルム系 (Sakmarian-Capitanian) から産出する (Fig. 4)。

以上をまとめると、河東フォナーは、*Lamnimargus*、*Megousia* など北・南半球の中～高緯度地域に分布するボレアル型 (非熱帯型) と *Eolyttonia* のようにテチス海を中心とした低～中緯度地域に分布するテチス型の両者が共存する、ボレアル型～テチス型混合腕足類フォナーであると結論づけられる。なお、Shen et al. (2000) は Shimizu (1962) による腕足類化石リスト (Shimizu, 1961a と内容的に同じ) に基づいて、河東フォナーをテチス型フォナーであると解釈しているが、これは用いた資料が不適切である。

考 察

1. 舞鶴帯の後期ペルム紀腕足類フォナーの古生物地理

従来舞鶴帯のペルム紀腕足類フォナーについては、ボレアル型とテチス型の両者を含むボレアル型～テチス型混合腕足類フォナーであると見なされていたが (田沢, 2000b; Tazawa, 2001a)、とくに河東フォナーについては不明な部分が残されていた。しかし最近の Tazawa (2006) による再検討の結果、河東フォナーが *Lamnimargus*、*Megousia* といったボレアル型腕足類を含むことが確認され、ボレアル型～テチス型混合フォナーの 1 つであることが明らかになった。舞鶴帯の他地域から産するペルム紀腕足類フォナーを見ると、広島県八千代地域の上部ペルム系刈田層 (Wuchiapingian) から産出する八千代フォナー (Imamura, 1953; Yanagida, 1993) も、ボレアル型の *Spiriferella* とテチス型の *Echinosteges*、*Leptodus*、*Oldhamina* などが混在する、ボレアル型～テチス型混合腕足類フォナーである。なお、Shen and Shi (2000) は八千代フォナーをテチス型フォナーと見なしたが、ボレアル型である *Spiriferella* の存在を見落としている。

東アジアにおけるペルム紀腕足類の古生物地理に関して、このようなボレアル型～テチス型混合腕足類フォナーが内蒙古～中国東北部～ロシア極東地域 (プリモリエ南部)～飛騨外縁帯～南部北上帯に連続分布することが確認されており、Tazawa (1991) はこの一帯に対して“内蒙古～日本漸移帯” (当初 Inner Mongolian-Japanese Transition Zone と表記したが、ここでは Inner Mongolia-Japan Transitional Zone とする) と名づけた (Fig. 4)。舞鶴帯も河東フォナーと八千代フォナーの存在により、この範囲内に含めることができる。“内蒙古～日本漸移帯”は北中国 (中朝地塊) の北～東縁の海域に相当するが、舞鶴帯は飛騨外縁帯、南部北上帯と同様に北中国東縁に位置していたと考えられる。Shi et al. (1995) の“Northern Transitional Zone”、および Shen et al. (2000) の“Sino-Mongolian Province”もボレアル型～テチス型混合腕足類フォナーの分布を重視したもので、その範囲も“内蒙古～日本漸移帯”にほぼ一致する。ただし、これらではテチス区の領域内にある北中国南縁の海域をも範囲に含めている。ここで、ペルム紀当時、舞鶴帯が北中国東縁にあって、南中国 (揚子地塊) からは遠く離れていたことが重要である。南中国およびその周辺海域はペルム紀の頃テチス区内の赤道直下に位置し、*Lamnimargus* や *Megousia* などのボレアル型腕足類を完全に欠いている。

2. 舞鶴帯の石炭・ペルム紀小型有孔虫・フズリナ類の古生物地理

Kobayashi (1999, 2003) は石炭・ペルム紀小型有孔虫・フズリナ類の古生物地理学的検討に基づき、舞鶴層群が南中国の東縁で形成されたと考えた。ここでは、Kobayashi (1999, 2003) が用いたデータとそれらに基づく舞鶴層群の堆積場に関する推論について検討を加える。

① Kobayashi (2003) によれば、三疊系御祓山層群基底礫岩の石灰岩礫に *Verella prolixa* が含まれる。*Verella* は、ボレアル地域から東アジアのテチス地域にかけての上部石炭系下部に広く分布し、日本では南部北上帯の上部石炭系長岩層から報告されている。長岩層から *Verella* sp. が産出することから、舞鶴帯の後背地として南部北上帯が考えられるが、Kobayashi (1999, 2003) は石炭紀の頃南部北上が原日本 (Proto-Japan) から遠く離れた場所にマイクロコンチネントとして存在していたので、その可能性はないとした。そして、含 *Verella* 石灰岩は中期～後期ペルム紀に舞鶴帯と同じ動物地理区にあった南中国から供給されたと考えた。しかしながら、石炭紀に南部北上がマイクロコンチネントとして舞鶴層群の堆積場から遠く隔たった場所に存在したということ、および中期～後期ペルム紀に舞鶴帯と南中国とが同じ動物地理区内に存在したということは、いずれも確定しておらず、検討を要する事柄である。

② Kobayashi (2003) は、御祓山層群基底礫岩の瀝青質石灰岩礫から *Pseudostaffella praegorski* を見出した。そして、国内では *Pseudostaffella* を含む瀝青質石灰岩は飛騨外縁帯の石炭系一ノ谷層に分布に限られることから、それが中国大陸縁辺で形成された一ノ谷層の石灰岩から供給されたと考えた。ここで Kobayashi (2003) は舞鶴帯の後背地として

Fig. 4. Geographical distribution of *Megousia*, *Lamnimargus* and *Eolyttonia* in the Permian (after Tazawa, 2006). Stippling indicates a Boreal-Tethyan mixed zone, “Inner Mongolia-Japan Transitional Zone”. 1: east-central Alaska, 2: western Sonora, 3: West Texas, 4: Axel Heiberg Island, 5: east Greenland, 6: Spitsbergen, 7: Novaya Zemlya, 8: Kolyma-Omolon, 9: Taimyr Peninsula, 10: Verkhoyansk, 11: Pai Khoi, Pechora Basin, 12: Timan, 13: Kanin Peninsula, 14: southern Urals, 15: Croatia, 16: Gansu, 17: Shaanxi, 18: Heilongjiang, 19: South Primorye, 20: Hida Gaien, 21: Maizuru, 22: Akiyoshi, 23: South Kitakami, 24: Mino, 25: Guangxi, 26: central Pahang, 27: Ko Muk, 28: Khao Hin Kling, 29: Qomolangma, 30: Nepal Himalayas, 31: Panjab Himalayas, 32: Karakorum, Kashmir, 33: Queensland, 34: Sydney Basin, 35: Tasmania, 36: Stephens Island, AF: Africa, AN: Antarctica, AR: Arabia, AU: Australia, E: Europe, G: Greenland, IC: Indochina, IN: India, L: Lhasa, M: Mongolia, NA: North America, Q: Qiangtang, SA: South America, SI: Sibumasu, SK: Sino-Korea, T: Tarim, Y: Yangtze.

飛騨外縁帯の石炭系を想定している。しかし、その背後にあった大陸が北中国かあるいは南中国かについては述べていない。

③ Kobayashi (1999) は、舞鶴層群中部の石灰岩礫から産出する *Afghanella* と *Sumatrana* が秋吉テレーンの中期ペルム紀石灰岩に由来するものであると考えた。しかし、ここでもその背後に存在した大陸が北中国なのか、南中国なのかは明らかにしていない。

④ Kobayashi (2003) は舞鶴層群中・上部の礫岩中に含まれる中期ペルム紀 (Capitanian) 以前の角礫状石灰岩について、それらの岩相と有孔虫化石内容から、秋吉テレーンの石炭・ペルム紀石灰岩起源のものであると考えた。

⑤ Kobayashi (1999, 2003) は、舞鶴層群中・上部の石灰岩礫から *Lepidolina kumaensis* フォーナが産出することを確認し、それらが南部北上帯および黒瀬川帯のフォーナと共通することを述べた。しかし、ペルム紀の頃、南部北上-黒瀬川マイクロコンチネントと舞鶴層群堆積場とは異なる場所にあったとして、南部北上・黒瀬川両帯が舞鶴帯に近接してあるいは後背地として存在した可能性を否定している。

⑥ Kobayashi (1999, 2003) は、舞鶴層群上部の石灰岩ブロックから *Palaeofusulina-Colaniella* フォーナが産出することを確認し、それらがテチス地域とその北東縁部、すなわち南中国、黒瀬川帯、南部北上帯、ロシア極東プリモリエ南部のフォーナと類似することを述べた。このデータからは、

次のステップとして南中国、黒瀬川帯、南部北上帯およびプリモリエ南部のすべてについて、舞鶴帯の後背地として成り立つかどうか検討すべきである。しかし、Kobayashi (2003) はそのような議論をせずに舞鶴帯の後背地として南中国のみを想定した。

以上①～⑥のデータから Kobayashi (1999, 2003) のように舞鶴層群の堆積場を南中国東縁であると結論づけることは困難である。また、古地理・古生物地理学的検討を行うにあたって南部北上-黒瀬川マイクロコンチネントを絶対的なものとする前提にも疑問がある (田沢, 1997, 2004)。さらに、基本的な問題として、フズリナ類は *Monodioxodina* のようにボレアル区-テチス区あるいはゴンドワナ区-テチス区の漸移帯に分布する属があるもの (田沢ほか, 1993; Shi et al., 1995; Ueno, 2006)、一般的にはボレアル区とゴンドワナ区の情報をほとんど欠いているので、それらのデータが豊富な腕足類に比べて、汎世界的な古生物地理解析には適していないということが指摘される。

しかしながら、これらの小型有孔虫・フズリナ類のデータは、舞鶴帯の後背地として飛騨外縁帯、秋吉帯、さらに南部北上帯、黒瀬川帯などが存在した可能性を示唆する。このことは、北中国東縁に存在した南部北上テレーン (飛騨外縁帯、南部北上帯、黒瀬川帯の古生界) および秋吉テレーンが舞鶴帯の後背地として存在したと考える田沢 (2000a, 2004) の見解を支持することになる。なお、飛騨外縁帯、秋吉帯、南

部北上帯については、いずれもペルム紀ボレアル型—テチス型混合腕足類フォーナの存在によって特徴づけられ（例えば、Yanagida, 1996; Tazawa, 2001b; Tazawa and Ibaraki, 2001; 田沢, 2000b, 2003）、北中国東縁で形成されたことが明らかである。

3. 舞鶴層群の堆積場

舞鶴層群は黒色頁岩を主体とし、とくに中・上部で礫岩・砂岩層を多く挟む。このような岩相層序は、南部北上帯の登米層（広義：登米層、落合層、山崎礫岩、薄衣礫岩、鍋越山層などを一括したもの；田沢, 1988）、黒瀬川帯の球磨層（勘米良, 1953）、小崎層（勘米良, 1961）、さらに、ロシア極東地域プリモリエ南部の上部ペルム系リュジャンザ層（Lyudyanza Formation）（Zakharov and Pavlov, 1986）、中国東北部吉林省東部の上部ペルム系ケダオ・ガイシャントン層（Bureau of Geology and Mineral Resources of Jilin Province, 1997）などによく似ている。これら上部ペルム系の化石相を見ると、黒瀬川帯を除いてほかはすべてボレアル型—テチス型混合腕足類フォーナ（Tazawa, 1975; Licharew and Kotlyar, 1978; Lee et al., 1980）あるいはアンガラ型またはカタシニア型フローラ（Huang, 1991; Kotlyar and Zakharov, 1989）の産出で特徴づけられる。以上のデータから、後期ペルム紀に上記地域は北中国の北～東縁の海域を占め、舞鶴帯もその範囲内である北中国東縁海域に位置したと考えられる。北中国の外側に発達する天山（新疆北部）—内モンゴ—中国東北部—プリモリエ南部の褶曲帯の東方延長が南部北上テレーンであり（田沢, 1993, 2000a, 2004）、舞鶴帯は南部北上テレーンに近接してその外側にあったと推定される。

舞鶴層群中・上部ではタービダイトが卓越することから、Kobayashi (2003) が述べているように、後期ペルム紀の頃舞鶴帯は陸棚堆積物が乱泥流などの重力流により流れ込む前陸盆地であったと考えられる。南部北上帯の登米層の堆積場についても、同様な大陸斜面であったと推定されている（吉田・町山, 1997）。ここで、舞鶴帯と南部北上帯の堆積場が似たような環境に置かれていたことが注目される。おそらく両者は共に北中国東縁の前陸盆地であり、しかも互いに近接していたと考えられる。

Hayasaka (1990)、早坂ほか (1996) は舞鶴帯が複雑な形成史を持つ“島弧—背弧盆系”であるとした。本研究で舞鶴層群堆積場の背後にある大陸が北中国である可能性が高いことが明らかになったが、早坂らが考えるような背弧盆が形成されていたかどうかは、今後の検討課題である。

結 論

- 舞鶴帯河東地域の舞鶴層群上部産“河東フォーナ”は、ボレアル型（非熱帯型）の *Lamnimargus*, *Megousia* とテチス型の *Eolyttonia* の両者を含む、ボレアル型—テチス型混合腕足類フォーナである。また、舞鶴帯八千代地域の刈田層産“八千代フォーナ”もボレアル型の *Spiriferella* とテチス型の *Leptodus*, *Oldhamina* が混在するボレアル型—テチス型混合腕足類フォーナである。
- 上記舞鶴層群中～上部層産腕足類フォーナ（河東・八千

代フォーナ）は、後期ペルム紀の頃北半球中緯度付近にあったと推定されるボレアル区とテチス区の漸移（境界）帯である“内モンゴ—日本漸移帯”に生息していたと考えられる。

- 舞鶴層群中～上部は、北中国（中朝地塊）東縁の前陸盆地で重力流堆積物として形成されたものであり、時代と堆積相が南部北上帯の上部ペルム系登米層と共通する。後期ペルム紀に、舞鶴帯と南部北上帯の堆積場は互いに近接していたと推定される。

謝 辞

京都大学総合博物館の大野照文博士には腕足類化石標本の借用に関し便宜をおはかりいただいた。新潟大学地質科学科（日本学術振興会特別研究員）の栗原敏之博士には、大江・夜久野地域の舞鶴層群調査の際にご協力いただいた。査読者の1人福岡大学理学部の上野勝美博士からは本論文原稿について適切な修正指示をいただいた。以上の方々に厚く御礼申し上げます。

文 献

- Bureau of Geology and Mineral Resources of Jilin Province, 1997, *Stratigraphy (Lithostratic) of Jilin Province*. Multiple classification and correlation of the stratigraphy of China 22, China Univ. Geosci. Press, Wuhan, 324p. (In Chinese).
- Diener, C., 1899, Anthracolithic fossils of Kashmir and Spiti. *Palaeont. Indica, Ser. 15*, **1**, 1-95.
- Fredericks, G., 1916, Paleontologicheskaya zametki, 2. O nekotorykh verkhne-paleozoyskikh brachiopodakh Evrazii. *Tr. Geol. Kom., N. S.*, **156**, 1-87. (In Russian).
- Hayasaka, Y., 1990, Maizuru Terrane. In Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. and Yao, A., eds., *Pre-Cretaceous terranes of Japan*, Publication of IGCP Project No. 224, Nippon Insatsu Shuppan, 81-95.
- 早坂康隆・池田圭一・穴戸俊夫・石塚 誠, 1996, 島弧—背弧盆系としての舞鶴帯の復元。嶋本利彦・早坂康隆・塩田次男・小田匡寛・竹下 徹・横山俊治・大友幸子編, テクトニクスと変成作用, 創文, 134-144.
- Huang, B., 1991, Biogeography of Late Paleozoic floras of northeastern China. In Ishii, K., Liu, X., Ichikawa, K. and Huang, B., eds., *Pre-Jurassic geology of Inner Mongolia, China: Report of China-Japan Cooperative Research Group*, 1987-1989, Matsuya Insatsu, 159-174.
- Huang, T.K., 1932, Late Permian Brachiopoda of southwestern China. *Palaeont. Sinica, Ser. B*, **9**, 1-139.
- Ichikawa, K., 1990, Pre-Cretaceous terranes of Japan. In Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. and Yao, A., eds., *Pre-Cretaceous terranes of Japan*, Publication of IGCP Project No. 224, Nippon Insatsu Shuppan, 1-12.
- Imamura, S., 1953, New occurrence of *Lyttonia* from the environs of Hiroshima. *Jour. Sci., Hiroshima Univ., Ser. C*, **1**, 11-16.
- Isozaki, Y., 1996, Anatomy and genesis of a subduction-related orogen: A new view of geotectonic subdivision and evolution of the Japanese Islands. *Island Arc*, **5**, 289-320.
- Isozaki, Y., 1997, Contrasting two types of orogen in Permian-Triassic Japan: Accretionary versus collisional. *Island Arc*, **6**, 2-24.
- 磯崎行雄・丸山茂徳, 1991, 日本におけるプレート造山論の歴史と日本列島の新しい地体構造区分。地学雑, **100**, 697-761.
- 勘米良亀齡, 1953, 球磨層—特に日本の二疊系上部統に関して（九州南部における古生界の地質学的研究—その3）。地質雑, **59**, 449-468.
- 勘米良亀齡, 1961, 中部ペルム系小崎層。九大理研報（地質）, **5**, 196-214.
- 勘米良亀齡, 1980, § 10.1. 中期古生代の造構史～§ 10.7. 北海道の古

- 生代～古第三紀の造構史. 勘米良亀齡・橋本光男・松田時彦編, 岩波講座地球科学 15, 日本の地質, 岩波書店, 325-350.
- Kobayashi, F., 1999, Tethyan uppermost Permian (Dzhulfian and Dorashamian) foraminiferal faunas and their paleogeographic and tectonic implications. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **150**, 279-307.
- Kobayashi, F., 2003, Palaeogeographic constraints on the tectonic evolution of the Maizuru Terrane of Southwest Japan to the eastern continental margin of South China during the Permian and Triassic. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **195**, 299-317.
- Kotlyar, G.V. and Zakharov, Yu.D., 1989, *Pozdnepermiskiy etap evolyutsii organicheskogo mira. Midiyskiy yaruss SSSR*. Nauka, Leningrad, 182p. (In Russian).
- Lee, L., Gu, F. and Su, Y., 1980, Carboniferous and Permian Brachiopoda. In Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, eds., *Palaeontological atlas of Northeast China, pt. 1. Palaeozoic volume*, Geol. Pub. House, Beijing, 327-428. (In Chinese).
- Licharev, B.K. and Kotlyar, G.V., 1978, Permskie brachiopody Yuzhnogo Primorya. In Popeko, L.I., ed., *Verkhniy Paleozoy Severo-Vostochnoy Azii*, DVNTS, AN SSSR, Vladivostok, 63-75. (In Russian).
- Maruyama, S., Isozaki, Y., Kimura, G. and Terabayashi, M., 1997, Paleogeographic maps of the Japanese Islands: Plate tectonic synthesis from 750 Ma to the present. *Island Arc*, **6**, 121-142.
- Mashiko, K., 1934, Discovery of *Lyttonia* in a limestone exposed at Takauti, Nakayakuno-mura, Amata-gun, Kyoto Prefecture. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, **11**, 181-183.
- Muir-Wood, H.M. and Cooper, G.A., 1960, Morphology, classification and life habits of the Productoidea (Brachiopoda). *Geol. Soc. Amer. Mem.*, **81**, 1-447.
- Otoh, S. and Yanai, S., 1996, Mesozoic inverse wrench tectonics in far east Asia: examples from Korea and Japan. In Yin, A. and Harrison, T.M., eds., *The tectonic evolution of Asia*, Cambridge Univ. Press, New York, 401-419.
- Shen, S., Archbold, N.W. and Shi, G.R., 2000, Changhsingian (Late Permian) brachiopod palaeobiogeography. *Hist. Biol.*, **15**, 121-134.
- Shen, S. and Shi, G.R., 2000, Wuchiapingian (early Lopingian, Permian) global brachiopod palaeobiogeography: a quantitative approach. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **162**, 299-318.
- Shi, G.R., Archbold, N.W. and Zhan, L.P., 1995, Distribution and characteristics of mixed (transitional) mid-Permian (Late Artinskian-Ufimian) marine faunas in Asia and their palaeogeographic implications. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **114**, 241-271.
- Shimizu, D., 1961a, Brachiopod fossils from the Permian Maizuru Group. *Mem. Coll. Sci., Univ. Kyoto, Ser. B*, **27**, 309-351.
- Shimizu, D., 1961b, Brachiopod fossils from the Upper Permian Gujo Formation of the Maizuru Group, Kyoto Prefecture, Japan. *Mem. Coll. Sci., Univ. Kyoto, Ser. B*, **28**, 243-255.
- Shimizu, D., 1962, The Permian Maizuru Group, Its stratigraphy and syn-tectonic faunal succession through the latest Paleozoic orogeny. *Mem. Coll. Sci., Univ. Kyoto, Ser. B*, **28**, 571-609.
- Shimizu, D., 1963, Permian brachiopod fossils of the Maizuru Group found on the north of Okayama City, Japan. *Mem. Coll. Sci., Univ. Kyoto, Ser. B*, **30**, 69-80.
- 清水大太郎・中沢圭二・志岐常正・野上裕生, 1962, 舞鶴層群の層序-舞鶴地帯の層序と構造 (その 10) - . 地質雑, **68**, 237-247.
- 鈴木茂之, 1987, 舞鶴帯東部の堆積史と造構史. 広島大学地学研報, no. 27, 1-54.
- Taira, A., 2001, Tectonic evolution of the Japanese Island arc system. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, **29**, 109-134.
- Taira, A., Tokuyama, H. and Soh, W., 1989, Accretion tectonics and evolution of Japan. In Ben-Avraham, Z., ed., *The evolution of the Pacific Ocean margins*, Oxford Monogr. Geol. Geophys., no. 8, Oxford Univ. Press, New York, 100-123.
- Tazawa, J., 1975, Uppermost Permian fossils from the southern Kitakami Mountains, northeast Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **81**, 629-640.
- 田沢純一, 1988, 北上山地中・古生層の層序と構造. 地球科学, **42**, 165-178.
- Tazawa, J., 1991, Middle Permian brachiopod biogeography of Japan and adjacent regions in East Asia. In Ishii, K., Liu, X., Ichikawa, K. and Huang, B., eds., *Pre-Jurassic geology of Inner Mongolia, China: Report of China-Japan Cooperative Research Group, 1987-1989*, Matsuya Insatsu, 213-230.
- 田沢純一, 1993, 古生物地理からみた日本列島の先新第三紀テクトニクス. 地質雑, **99**, 525-543.
- 田沢純一, 1997, 南部北上マイクロナチネント説における古生物地理学上の問題. 川村信人・岡孝雄・近藤務編, 加藤誠教授退官記念論文集, 中西印刷, 71-75.
- 田沢純一, 2000a, 飛騨外縁帯・南部北上帯・黒瀬川帯の古生界: 対比と造構史. 地質学論集, no. 56, 39-52.
- 田沢純一, 2000b, 西南日本内帯のペルム紀腕足類フォーナと先新第三紀テクトニクス, 地団研専報, no. 49, 5-22.
- Tazawa, J., 2001a, A Permian Boreal brachiopod fauna from Okutadami, central Japan, and its tectonic implication. In Brunton, C.H.C., Cocks, L.R.M. and Long, S.L., eds., *Brachiopod past and present*, The Systematics Assoc. Spec. vol. Ser. 63, Taylor and Francis, London, 373-383.
- Tazawa, J., 2001b, Middle Permian brachiopods from the Moribu area, Hida Gaian Belt, central Japan. *Paleont. Res.*, **5**, 283-310.
- 田沢純一, 2003, 南部北上帯の中部ペルム系産腕足類 *Yakovlevia*, *Spiriferella*, *Leptodus* の古生物地理学的重要性. 地球科学, **57**, 315-318.
- 田沢純一, 2004, 横ずれ説: 日本列島の起源と形成についての考察. 地質雑, **110**, 503-517.
- Tazawa, J., 2006, *Lamnimargus*, *Megousia* and *Eolyttonia* (Productida, Brachiopoda) from the Upper Permian (Changhsingian) of the Kawahigashi area, Maizuru Belt, southwest Japan, and their palaeobiogeographical significance. *Sci. Rep., Niigata Univ. (Geol.)*, no. 21, 1-18.
- Tazawa, J. and Ibaraki, Y., 2001, Middle Permian brachiopods from Setamai, the type locality of the Kanokura Formation, southern Kitakami Mountains, northeast Japan. *Sci. Rep., Niigata Univ., Ser. E*, no. 16, 1-33.
- 田沢純一・対馬勝吉・長谷川美行, 1993, 飛騨外縁帯のペルム系森部層より *Monodioxodina* の発見. 地球科学, **47**, 345-348.
- Ueno, K., 2006, The Permian antitropical fusulinoid genus *Monodioxodina*: Distribution, taxonomy, paleobiogeography and paleoecology. *Jour. Asian Earth Sci.*, **26**, 380-404.
- Waagen, W., 1884, Salt Range fossils, 1. Productus-Limestone fossils: Brachiopoda. *Palaeont. Indica, Ser. 13*, **1**, 611-728.
- Yanagida, J., 1993, Reexamination of the brachiopod fauna from the Permian Karita Formation, southwest Japan. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser. D*, **28**, 1-21.
- Yanagida, J., 1996, Permian brachiopods from the Tsunemori Formation, SW Japan, and their paleobiogeographic implication. In Copper, P. and Jin, J., eds., *Brachiopods. Proceedings of the Third International Brachiopod Congress*, Sudbury, Ontario, Canada, 2-5 September 1995, A.A. Balkema, Rotterdam, 313-315.
- 八尾 昭, 2000, 東アジアの中・古生代テクトニクスからみた西南日本の地帯配列. 地団研専報, no. 49, 145-155.
- 吉田孝紀・町山栄章, 1997, 南部北上帯ペルム系大洞層の形成環境. 川村信人・岡孝雄・近藤務編, 加藤誠教授退官記念論文集, 中西印刷, 261-273.
- Zakharov, Yu.D. and Pavlov, A.M., 1986, Permskie tsefalopody Primorya i problema zonalnogo raschleneniya Permi Teticheskoy oblasti. In Zakharov, Yu.D. and Onoprienko, Yu.I., eds., *Korrelyatsiya permotriassovyykh otlozheniy Vostoka SSSR*, DVNTS AN SSSR, Vladivostok, 5-32. (In Russian).

(要 旨)

田沢純一, 2006, 舞鶴帯の後期ペルム紀ボレアル型-テチス型混合腕足類フォーナ: 舞鶴層群の堆積場に関する1つの化石証拠. 地質雑, 112, 510-518. (Tazawa, J., 2006, Late Permian Boreal-Tethyan mixed brachiopod fauna from the Maizuru Belt, southwest Japan: Fossil evidence for the tectono-sedimentological setting of the Maizuru Group. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 112, 510-518.)

舞鶴帯, 京都府北西部河東・夜久野地域の舞鶴層群上部 (Changhsingian) から産する河東フォーナは典型的なボレアル型-テチス型混合腕足類フォーナである. それは構成要素としてボレアル型 (非熱帯型) の *Lamnimargus*, *Megousia* とテチス型の *Eolyttonia* を含む. 河東フォーナなどいくつかの後期ペルム紀 (Lopingian) ボレアル型-テチス型混合腕足類フォーナを持つ舞鶴帯は, 後期ペルム紀にはおそらく北中国 (中朝地塊) 東縁における前陸盆地に位置し, 古生物地理学的にはボレアル区とテチス区の漸移帯に属していたと考えられる.