

露頭断面中の試料に含まれる微化石から設定した化石帯の 最小区間の和集合による離散表現 —タクソン区間帯と間隔帯—

山口 久美子*・塩野 清治**

Discrete Expression of Taxon-Range Zone and Interval Zone Established by Micro Fossils Contents of Specimens in an Outcrop Section in a Form of Unions of Short Intervals

Kumiko YAMAGUCHI* and Kiyoji SHIONO**

* Midorigaoka, Heguri-cho, Ikoma-gun Nara 636-0941, Japan. E-mail: qys05253@nifty.ne.jp

**大阪市立大学名誉教授 Professor Emeritus of Osaka City University. Daido-cho Ibaraki, Osaka 567-0844, Japan.

キーワード：生層序学，生層序单元，生層序区分，半開区間，論理地質学

Key words: Biostratigraphy, Biostratigraphic unit, Biostratigraphic classification, Semi-open interval, Geology-Oriented Logical System

1. はじめに

地質データを有効にコンピューター処理するために，地質学概念を離散表現する必要がある。生層序学の目的の1つは，層序断面の地層中の化石から化石帯(生層序单元)を編成することである。山口・塩野(2025)は露頭断面中の試料から設定した化石帯を最小区間の和集合で離散表現した。今回は，試料中のタクソン化石の分類結果が，化石帯の種類のうちのタクソン区間帯および間隔帯の最小区間の和集合による離散表現に直結することを報告する。なお，タクソン(複数はタクサ)は種，属，科，目などの生物の分類群である。タクソン区間帯は層序断面中の特定のタクソン化石の産出範囲であるが，本研究で離散表現するタクソン区間帯は露頭断面中の放散虫など微化石のタクソン化石の産出範囲である。タクソン区間帯の最下限，最上限が，それぞれ，タクソン化石の初産出生層準，最終産出生層準であり，間隔帯は2つの特定の生層準間の化石を含む区間である(Amos Ed., 1994/日本地質学会訳編，2001)。

2. 露頭断面中の試料から暫定的に設定したタクソン区間帯の離散表現

この章は山口・塩野(2025)と同様である。

2.1 タクソン区間帯の仮定

層序断面の測線 L は下位の地層から上位の地層に向く方向を正とする。層序断面全体を， L 上の半開区間 $[x_0, y_0)$ ：

$$[x_0, y_0) = \{ p \mid x_0 \leq p < y_0, p \text{ は実数.} \} \quad (1)$$

とする。 Σ をある特定のタクソンとする。 Σ 区間帯を L 上の $[x, y)$ と仮定する。 $[x_0, y_0)$ 内の $[x, y)$ で Σ 化石が産出する。

2.2. 採取試料から暫定的に設定したタクソン区間帯

本研究では，層序断面は露頭断面あるいは深海掘削ボーリングで取り出したコアであり，これらを「露頭断面」とよぶ， Σ を放散虫などのタクソンとする。 Σ 区間帯 $[x, y)$ は不明

である。そこで， L 上の $[x_0, y_0)$ 内の下位から順に n 地点 $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ で試料を採取して， p_i, p_{i+1}, \dots, p_j ($2 \leq i \leq j \leq n-1$) の試料に Σ 化石が含まれているとき(第1図(a))，暫定的に Σ 化石の初産出生層準を p_{i-1} と p_i の中間地点，最終産出生層準を p_j と p_{j+1} の中間地点とし， Σ 区間帯 $r(\Sigma)$ を

$$r(\Sigma) = [(p_{i-1} + p_i)/2, (p_j + p_{j+1})/2) \quad (2)$$

と設定する(第1図(b))。

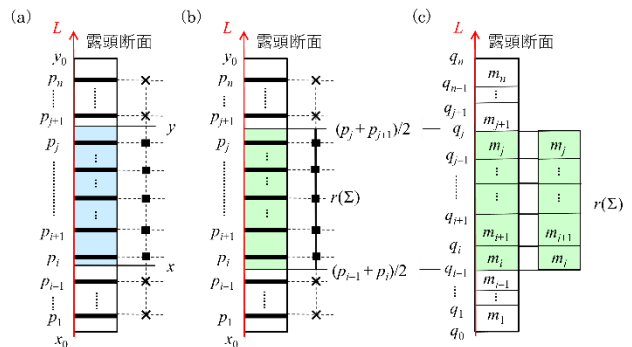
2.3. 最小区間の和集合によるタクソン区間帯の離散表現

p_i と p_{i+1} の中間地点 $1/2(p_i + p_{i+1})$ を q_i ， $[x_0, y_0)$ の x_0, y_0 をそれぞれ q_0, q_n とする。 p_i を含む最小区間 m_i を

$$m_i = [q_{i-1}, q_i) \quad (3)$$

と設定する。 p_i, p_{i+1}, \dots, p_j の試料中に Σ 化石が含まれているとき， $r(\Sigma)$ は最小区間 m_i, m_{i+1}, \dots, m_j の和集合である(第1図(c))：

$$r(\Sigma) = m_i \cup m_{i+1} \cup \dots \cup m_j. \quad (4)$$



第1図 (a) $[x_0, y_0)$ 内の地点 p_1, p_2, \dots, p_n の試料中の Σ 化石の有無。 ■の p_i, p_{i+1}, \dots, p_j の試料中に Σ 化石がある。図中の水色部分は Σ 区間帯 $[x, y)$ である。(b) 暫定的に設定した Σ 区間帯 $r(\Sigma)$ 。 $r(\Sigma)$ は $[1/2(p_{i-1} + p_i), 1/2(p_j + p_{j+1}))$ で，図中の緑色部分である。(c) 最小区間の和集合で離散表現した $r(\Sigma)$ 。 $r(\Sigma)$ は $m_i \cup m_{i+1} \cup \dots \cup m_j$ である。

3. 試料中の化石の分類結果から設定したタクソン区間帯の離散表現

3.1 Σ化石を種に分類した結果

試料中の Σ 化石を種に分類する. 分類結果として, 採取地点 p_i と, 試料に含まれる Σ 化石の種を記号+でチェックする表を作る (例えば, 第 1 表). 表の 1 列目は地点 p_i で, 下の行から $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ と並べて上下関係を表す.

第 1 表 Σ化石を種に分類した結果の例

地点 p_i	試料に含まれる Σ 化石の種					
	α	β	γ	δ	ϵ	ζ
p_9						
p_8						+
p_7				+	+	+
p_6		+		+	+	
p_5		+	+	+		
p_4		+	+	+		
p_3	+	+	+			
p_2	+	+				
p_1						

3-2. 分類結果から設定したタクソン区間帯の離散表現

第 1 表のチェックした記号+を最小区間に書き換えて緑色で示すと, (4)で離散表現した α 区間帯 $r(\alpha)$, β 区間帯 $r(\beta)$, γ 区間帯 $r(\gamma)$, δ 区間帯 $r(\delta)$, ϵ 区間帯 $r(\epsilon)$, ζ 区間帯 $r(\zeta)$ を表示できる (第 2 表). 地点 p_i を表示する行の幅で, 最小区間 m_i が占める範囲を表すと, タクソン区間帯の範囲も表示できる. 例えば, α 区間帯 $r(\alpha)$ は $m_2U_{m_3}$ である.

第 2 表 最小区間の和集合で離散表現したタクソン区間帯.

地点 p_i	タクソン区間帯					
	α	β	γ	δ	ϵ	ζ
p_9						
p_8						m_8
p_7				m_7	m_7	m_7
p_6		m_6		m_6	m_6	
p_5		m_5	m_5	m_5		
p_4		m_4	m_4	m_4		
p_3	m_3	m_3	m_3			
p_2	m_2	m_2				
p_1						

4. 試料中の化石の種の集合で設定される区間帯の離散表現

4-1. 地点 p_i の試料に含まれる Σ化石の種の集合 $f(p_i)$

地点 p_i の試料に含まれる Σ 化石の種の集合を $f(p_i)$ とする. 第 3 表は, 第 2 表の 1 列目の地点 p_i と 2 列目のタクソン区間帯の列の間に $f(p_i)$ を挿入した表である. 例えば, p_2 の試料に α 化石と β 化石が含まれて, $f(p_2) = \{\alpha, \beta\}$ である.

4-2. 化石帯 $U(f(p_i))$: $f(p_i)$ 区間帯

$f(p_i)$ の種の化石だけが産出すると設定する L 上の範囲を $U(f(p_i))$ とする. 山口・塩野 (2025) より, $U(f(p_i))$ は,

$$U(f(p_i)) = (\bigcap_{\alpha \in f(p_i)} r(\alpha)) \cap (\bigcap_{\beta \in f(p_i)^c} r(\beta)^c). \quad (5)$$

(5) は最小区間の和集合であるから, $U(f(p_i))$ は $f(p_i) = f(p_i)$ であるすべての最小区間 m_j の和集合で離散表現される:

$$U(f(p_i)) = \bigcup_{j \in \{j | f(p_i) = f(p_j)\}} m_j. \quad (6)$$

$f(p_i) = \phi$ である $U(f(\phi))$ を無産出区間と設定する. $f(p_i) \neq \phi$, かつ, 1 つの半开区間である $U(f(p_i))$ を化石帯と設定す

第 3 表 地点 p_i の試料の Σ 化石の種の集合 $f(p_i)$ とタクソン区間帯

地点 p_i	種の集合 $f(p_i)$	タクソン区間帯					
		α	β	γ	δ	ϵ	ζ
p_9	\emptyset (空集合)						
p_8	$\{\zeta\}$						m_8
p_7	$\{\delta, \epsilon, \zeta\}$				m_7	m_7	m_7
p_6	$\{\beta, \delta, \epsilon\}$		m_6		m_6	m_6	
p_5	$\{\beta, \gamma, \delta\}$		m_5	m_5	m_5		
p_4	$\{\beta, \gamma, \delta\}$		m_4	m_4	m_4		
p_3	$\{\alpha, \beta, \gamma\}$	m_3	m_3	m_3			
p_2	$\{\alpha, \beta\}$	m_2	m_2				
p_1	\emptyset (空集合)						

第 4 表 $f(p_i)$ 区間帯で区分した Σ 生層序.

地点 p_i	Σ 生層序 $U(f(p_i))$	タクソン区間帯					
		α	β	γ	δ	ϵ	ζ
p_9	無産出区間						
p_8	$\{\zeta\}$ 区間帯						m_8
p_7	$\{\delta, \epsilon, \zeta\}$ 区間帯				m_7	m_7	m_7
p_6	$\{\beta, \delta, \epsilon\}$ 区間帯		m_6		m_6	m_6	
p_5	$\{\beta, \gamma, \delta\}$ 区間帯		m_5	m_5	m_5		
p_4	$\{\beta, \gamma, \delta\}$ 区間帯		m_4	m_4	m_4		
p_3	$\{\alpha, \beta, \gamma\}$ 区間帯	m_3	m_3	m_3			
p_2	$\{\alpha, \beta\}$ 区間帯	m_2	m_2				
p_1	無産出区間						

る. この化石帯の種類は区間帯である. 本研究では, この $U(f(p_i))$ を「 $f(p_i)$ 区間帯」とよぶ. $f(p_i) \neq \phi$ である $U(f(p_i))$ がすべて $f(p_i)$ 区間帯であるとき, $f(p_i)$ 区間帯で区分した Σ 生層序を設定する. 第 3 表の 2 列目の $f(p_i)$ を $U(f(p_i))$ の名称に書き換えて, $f(p_i)$ 区間帯で区分した Σ 生層序を表示した (第 4 表). 例えば, 第 4 表で, $f(p_2) = \{\alpha, \beta\}$ の $U(\{\alpha, \beta\})$ は, (6) より, m_2 であり, α あるいは β の初産出層準と γ の初産出層準間の区間で区間帯である. $U(\{\alpha, \beta\})$ は $\{\alpha, \beta\}$ 区間帯である.

5. おわりに

(3) で地点 p_i を含む最小区間 m_i を設定して, 試料中の化石の有無, 試料中の化石の種の集合 $f(p_i)$ は, それぞれ, (4) のタクソン区間帯, (6) の $f(p_i)$ 区間帯の離散表現につながる. また, 試料中の化石の分類結果を示す第 1 表, 第 3 表は, それぞれ, (4) のタクソン区間帯, (6) の $f(p_i)$ 区間帯の離散表現を表示する第 2 表, 第 4 表に直結する.

本研究では, 大阪公立大学国際基幹教育研究院の桑原希世子教授に, 生層序学の用語についてご教示いただきました. 深く感謝申し上げます.

文 献

- Amos Salvador (Ed.) (1994) *International Stratigraphic Guide: A Guide Stratigraphic Classification, Terminology, and Procedure, Second edition*. The Geological Society of America, Inc. 214p. ISBN: 0-137-7401-2 (アムス・サルヴァードル(編), 日本地質学会(訳編) (2001) 国際層序ガイド—層序区分・用語法・手順へのガイド. 共立出版, 238p. ISBN: 4-320-04638-2)
- 山口久美子・塩野清治 (2025) 露頭断面中の試料に含まれる微化石から定めた種の区間帯と生層序単元の離散表現. 第 36 回日本情報地球学会 講演要旨集, pp.23-24.