

横ずれ断層運動に伴う堆積盆の形成

Basin formation associated with transcurrent faulting

宮田隆夫*

Takao Miyata

Abstract: This short paper refers firstly to the basin formation associated with strike-slip fault movement and characteristic features related to strike-slip basin. Next, the Cretaceous Izumi sedimentary basin is reported as pull-aparts with duplex structure along the Median Tectonic Line. The paper proposes further advanced study on the strike-slip basins in Japan for the 29th IGC.

はじめに

構造地質研究会の1987年冬の例会では、まず横ずれ堆積盆を簡単に総説し、次に横ずれ堆積盆の研究例として中央構造線に沿う和泉堆積盆 (ISB) を紹介し、さらに今後の課題について若干言及した。これはその時の原稿に加筆したものである。



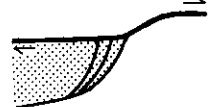
横ずれ堆積盆の概説

トランスフォーム断層や横ずれ断層に伴う堆積盆地 (以下横ずれ堆積盆と略称) の特徴を取り上げた出版物 (例えば、Crowell, 1974a,b; Balance & Reading, 1980; 加藤, 1982; Mail, 1985; Biddle & Christie-Blick, 1985) がすでにいくつかある。Reading (1980)によると、横ずれ堆積盆のタイプは断層屈曲部におけるtransensionによる

堆積盆や網目状の断層系中の堆積盆、断層末端にできる堆積盆、雁行状断層 (step offset) での堆積盆に分類される。平ほか (1981) および Mail (1985) は、それらを (a) 網目状断層系内堆積盆、(b) 断層末端堆積盆、(c) pull-apart 堆積盆の3つにまとめている。しかし、横ずれ堆積盆についての議論の中心は、単一断層の曲がりの (releasing bend と restraining bend; (Crowell (1974b) あるいは雁行状断層 (right-stepping と left-stepping) における local extension に伴う堆積盆であったと思う。

第1図は単一断層の releasing bend と restraining bend に形成される堆積盆をそれぞれ模式的に示したものである。図の細点部は形成された堆積盆を示す。releasing bend において、堆積盆が master fault に沿って spreading center の両側 (第1図の数字) に成長する対称性のものと master fault に沿って一方向に成長する非対称性のもの

* 神戸大学教養部地学教室
神戸市灘区鶴甲1-2-1

		Pull-apart	One-side stretching
Propagation	Symmetry	 <i>e.g. Salton Trough</i>	Unkown
	Asymmetry	 <i>e.g. Izumi Basin</i>	 <i>e.g. Ridge Basin</i>
		Releasing bend	Restraining bend

第1図. 単一断層屈曲部に形成される横ずれ堆積盆 [Crowell(1974b), Woodcock & Fischer(1986)を簡素化] 点領域：堆積盆地, V領域：拡大の中心(火山岩類), 数字：形成の順序.

第1表 横ずれ堆積盆にみられる特徴の比較

Basin	¹ Ridge Basin	² Hornelen Basin	³ Izumi Basin	⁴ Onogawa Basin	⁵ Sanchū Graben	
Dimension	length(L) width (W) L/W	50km 20km 2.5	70km 20km 3.5	300km 15km 20	93km 18km 5.2	40km 4km 10
Basin shape	Ir	Rh	Pr	Pr	Pr	
High sedimentation rate	*	*	*	*		
Thick sedimentary piles	*12km	*>25km	*10km	*15km		
Rapid lateral facies change*		*	*	*	*	
Scarce Ig./Metam. activity *						
Depocenter migration	*NW	*E	*E	*NE	*E	
Thickness asymmetry	*	*	*	*		
Facies asymmetry	*	*	*	*		
Paleocurrent direction	*SE	*W	*W	*SW	*W	
Pebble mis-match	*Gn	*Gn			*Gr	
Skewed margin fan body		*				
Strike-slip fault	SGF	NF	MTL	UYTL	NBF	
Movement sense	R	R	L	L	R?	
Sediment	M, N	N	M	M	M	
Age	Mio-Plio	D	LK	LK	EK	

Note: 1= Crowell (1974), 2= Steel & Gloppen (1980), 3= Miyata et al. (1987), 4= Teraoka (1977), 5= Sekiyama et al. (1984), Ir= Irregular, Rh= Rhomboidal, Pr= Prolate, Ig.= Igneous, Metam.= Metamorphic, Gn= Gneiss, Gr= Granite, *= Well-known, SGF= San Gabriel Fault, NF= Nordfjord Fault, MTL= Median Tectonic Line, UYTL= Usuki-Yatsushiro Tectonic Line, NBF= Northern Boundary Fault, R= Right-slip, L= Left-slip, M= Marine, N= Non-marine, Mio= Miocene, Plio= Pliocene, D= Devonian, LK= Late Cretaceous, EK= Early Cretaceous.

とが知られている。左図のreleasing bendで形成された横ずれ堆積盆を、ここでは典型的なpull-apart basin (Crowell, 1974b; Rodgers, 1980; Mann et al., 1983)と呼び、右図のものを便宜的に片落ち堆積盆(平ほか,1981)という。Woodcock & Fischer (1986)によると、releasing bendではextensional strike-slip duplexが逐次形成され、堆積盆が成長する。しかし、横ずれ堆積盆の成長機構及び断層系の実態については、まだ十分解明されているとはいえない。

横ずれ堆積盆の特徴

横ずれ堆積盆に関する特徴 (Crowell, 1974a; Mitchell & Reading, 1978; Steel & Gloppen, 1980) をあげると、(1)堆積速度が大きい、(2)堆積物が厚い、(3)層相の側方への著しい変化、(4)貧弱な火成活動・変成作用、(5)堆積中心の移動、(6)非対称な堆積盆、(7)優勢な軸流による堆積などがある。第1表は横ずれ堆積盆といわれるRidge Basin (カリフォルニア)、Hornelen Basin (ノルウェー)の特徴と和泉層群、大野川層群、山中地溝帯白亜系の各堆積盆の特徴とを比較したものである。堆積盆側で、master faultのずれ方向は古流向の方向と一致するのに対し、地層の若化方向や向斜構造のプランジ方向(あるいは傾動方向)、堆積中心の移動方向と

は逆であることが共通している。このように一見矛盾する関係が横ずれ堆積盆の特徴でもある。

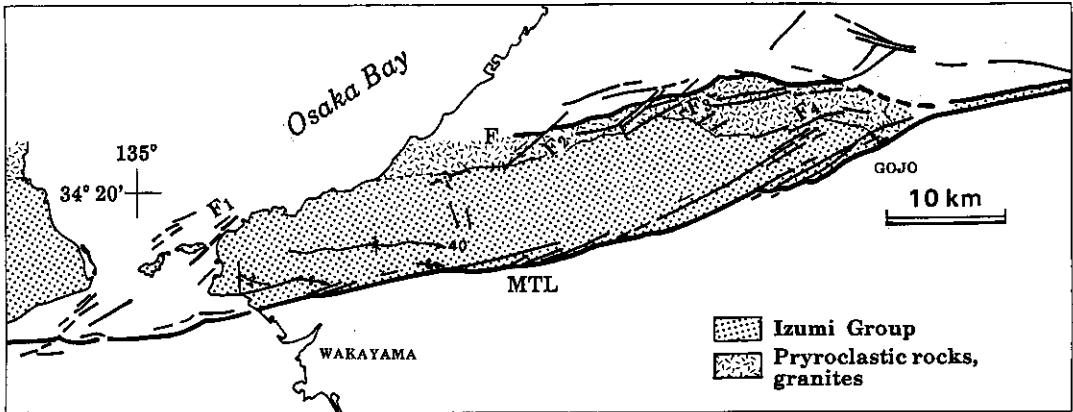
中央構造線に沿う和泉横ずれ堆積盆

中央構造線にびたっと沿って分布する上部白亜系和泉層群の主形成域は、和泉層群堆積盆地あるいは和泉堆積盆 (ISB) と呼ばれている。ISB地域では重力異常 (Geodetic Department, 1985; 河野・古瀬, 1989) の値が周囲より概して低い傾向にある。そのISBは、中央構造線断層系の特徴・和泉層群の分布特性等にもとづくと、4つのセグメント(西からA-D域)に地域区分できる。以下、中央構造線の断層系の実態が明かなD域(和泉山脈地域)のISBを取り上げる。

D域の和泉層群は横ずれ堆積盆に関する諸特徴(第2表)をもっている。その中で興味をひくのは、堆積中心が東に移動している点である。サイクリックな厚層理タービダイト(葛畑型層相)の分布拡大から判断すると、それは約10~15kmのオーダーで段階的に移動している(市川ほか, 1981)。和泉層群は、その移動に伴って東へ若くなり、東西方向に積算すると著しく厚くなる。また、北東方向へも層厚や層相が著しく変化する。言い換えると、ISBは、

第2表 和泉層群の諸特徴と中央構造線の横ずれ断層運動

Stage	Sedimentation	Deformation	MTL tectonics
II (65-50 Ma)		Left-hand en echelon upright folds Right-hand en echelon strike-slip faults Boudinage structures along MTL Wide shear zone	Left-slip faulting
I (80-65 Ma)	Eastward migration of depocenter Eastward younging of strata Westward paleocurrent flow Asymmetry of thickness Asymmetry of lithofacies Very thick turbidites High sedimentation rate	Southeastward-dipping homocline Left-hand en echelon arrangement of eastward-plunging synclines Slump structures	Left-slip faulting



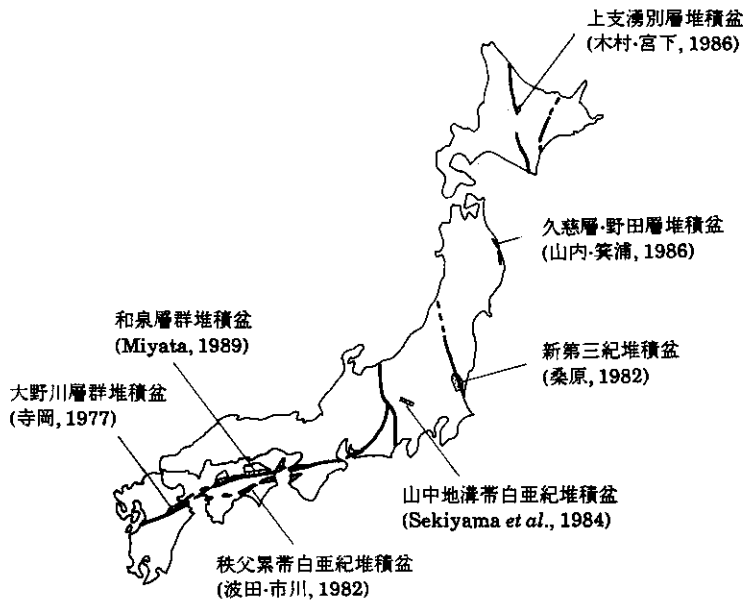
第2図 和泉山脈地域 (D域) の中央構造線断層系 (Miyata, 1990)

MTL: 中央構造線, F: 境界断層, F1-F4: 北東-南西系副断層.

(1)地質構造や側方への層厚変化・層相変化にみられる非対称性と, (2)地層の若化方向, 軸流方向, 向斜構造のプランジ方向, 堆積中心の移動方向, スランプ褶曲の運動方向等にみられる定方向性で特徴づけられる堆積盆である。

次に, D域の中央構造線断層系をみると, それは顕著な北東-南西方向の断層 (第2図のF1~F4) と2つの境界断層からなる。前者のいくつかは左横ずれ変位をもっている。境界断

層の1つは三波川帯北限の断層 (第2図のMTL) で, 他は領家主帯 (山田, 1987) の南限の断層 (第2図のF) である。2つの境界断層に挟まれた地帯 (泉南帯; 山田, 1987) は横ずれ複合断層帯 (strike-slip duplex, 和訳は本号狩野論文による) を形成し, その形状は平行四辺形に近い。この長さ/幅比は4~6であり, Aydin & Nur (1982)の典型的なブル・アパート型堆積盆の平均値より若干大きい。しかし, D域



第3図 日本の横ずれ堆積盆。その主なものを示す。

東端の五条で中央構造線は向かって左に大きく屈曲（五条屈曲）しており、この屈曲は中央構造線の左横ずれ変位に対して、releasing bend (Crowell, 1974b) にあたる。そのreleasing bend において、上記の複合断層帯が形成され、プル・アパート型堆積盆ができる (Miyata, 1989, 1990)。

おわりに：今後の課題として

和泉堆積盆の形成機構については、(1) master faultの断層端におけるnormal faultsの形成に伴う片落ち堆積盆（平ほか，1981；高橋，1986）と(2)上記のreleasing bendにおけるextensional strike-slip duplexingに伴うプル・アパート型堆積盆（Miyata, 1989, 1990）とが提案されている。中央構造線のような大断層では、そのセグメントによって異なるタイプの堆積盆地が形成されている可能性もあり今後検討を要する。

横ずれ堆積盆は、日本では中央構造線沿いに限らず、西南日本外帯の白亜紀堆積盆や棚倉構造線、北上山地、北海道中央部等にすくなくならず研究素材（第3図）があり、第29回 IGCに向けて今後の研究が期待される。

謝辞 この研究の一部は文部省科学研究費（一般研究C，研究課題番号61540558，01540629）によった。市川浩一郎名誉教授（大阪市立大学）には日本の横ずれ堆積盆について有益な助言を頂いた。村上真幸氏（国土地理院），河野芳輝氏（金沢大学）には重力異常図について便宜をはかって頂いた。記して感謝します。

文 献

- Aydin, A. and Nur, A., 1982: Evolution of pull-apart basins and their scale independence. *Tectonics*, v. 1, 91-105.
- Ballance, P. and Reading, H. G., eds., 1980: Sedimentation in oblique-slip mobile zones. *Int. Ass. Sediment. Spec. Publ.*, no. 4, 1-265.
- Biddle, K.T. and Christie-Blick, N., eds., 1985: Strike-slip deformation, basin formation, and sedimentation. *Soc. Econ. Paleont. Miner. Spec. Publ.*, no. 37, 1-386, Tulsa.
- Crowell, J.C., 1974a: Sedimentation along the San Andreas Fault, California. In Dott, R.H. and Shaver, R.H., eds.: *Modern and Ancient Geosynclinal Sedimentation*, *Soc. Econ. Paleont. Miner. Spec. Publ.*, no. 19, 292-303, Tulsa.
- Crowell, J. C., 1974b: Origin of late Cenozoic basins in southern California. In Dickinson, W. R., ed.: *Tectonics and Sedimentation*, *Soc. Econ. Paleont. Miner. Spec. Publ.*, no. 22, 109-204, Tulsa.
- Geodetic Department, 1985: A new bouguer anomaly map of Japan (except Hokkaido District). *Bull. Geograph. Surv. Inst.*, v. 29, 102-103.
- 波田重熙・市川浩一郎, 1982: 秩父累帯におけるジュラ紀変動. *月刊地球*, v. 4, 434-441.
- 市川浩一郎・宮田隆夫・篠原正男, 1981: 和泉層群堆積盆の段階的東進に関するモデルと中央構造線の運動様式. *地質学会関西支部報*, no. 89, 11-12.
- 加藤碩一, 1982: 堆積盆地の発生と沈降のメカニズム. *構造地質*, no. 28, 61-82.
- 木村 学・宮下純夫, 1986: 海溝—海溝—斜め衝突帯の三重会合点と日高変成帯. *地団研専報*, 31号, 451-458.
- 桑原 徹, 1982: 新第三紀棚倉構造線と東北日本弧のテクトニクス. *月刊地球*, v. 4, 175-180.
- 河野芳輝・古瀬慶博, 1989: 100万分の1日本列島重力異常図及びその解説. 1-76, 東京大学出版会.
- Mail, A. D., 1984: Principles of sedimentary basin analysis. Springer-Verlag, 1-490, New York.
- Mann, P., Hampton, M.R., Bradley, D.C. and Burke, K., 1983: Development of pull-apart basins. *Jour. Geol.*, v. 91, 529-554.
- Mitchell, A. H. G. and Reading, H. G., 1978: Sedimen-

- tation and tectonics. In Reading, H. G., ed.: *Sedimentary Environments and Facies*, 439-476, Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Miyata, T., 1989: Cretaceous Izumi sedimentary basin: Pull-aparts with duplex structure along Median Tectonic Line, Southwest Japan. 28th IGC, Abstracts, v. 2, 447.
- Miyata, T., 1990: Slump strain indicative of paleoslope in Cretaceous Izumi sedimentary basin along Median Tectonic Line, Southwest Japan. *Geology*, v. 18 (in press).
- 宮田隆夫・両角芳郎・篠原正男, 1987, 和泉帯. 日本の地質『近畿地方』編集委員会編: 日本の地質 6, 近畿地方, 60-65, 共立出版.
- Reading, H. G., 1980: Characteristics and recognition of strike-slip fault systems. In Ballance, P.E. and Reading, H.G., eds.: *Sedimentation in Oblique Slip Mobile Zones*, Int. Ass. Sediment. Spec. Publ., no. 4, 7-26.
- Rodgers, Z., 1980: Analysis of pull-apart basin development produced by en-echelon strike-slip faults. In Ballance, P.E. and Reading, H.G., eds.: *Sedimentation in Oblique Slip Mobile Zones*, Int. Ass. Sediment. Spec. Publ., no. 4, 27-41.
- Sekimiya, S., Sato, T., Masuda, F. and Matsukawa, M., 1984: Oblique-slip as an origin of the San-chu Graben in Kanto Mountains. *Ann. Rep., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba*, no. 10, 113-116.
- Steel, R. and Gloppen, T. G., 1980: Late Caledonian (Devonian) basin formation, western Norway: signs of strike-slip tectonics during infilling. In Ballance, P.E. and Reading, H.G., eds.: *Sedimentation in Oblique Slip Mobile Zones*, Int. Ass. Sediment. Spec. Publ., no. 4, 79-103.
- 平 朝彦・斎藤靖二・橋本光男, 1981: 日本列島形成の基本的プロセス—プレートの斜め沈み込みと横ずれ運動. *科学*, v. 51, 505-515.
- 高橋次郎, 1986: 愛媛県松山市周辺地域の“中央構造線”. *愛媛大学教育学部紀要*, 自然科学, v. 6, 1-44.
- 寺岡易司, 1977: 領家・三波川帯における白亜紀堆積盆. 秀 敬編: 三波川帯, 419-431, 広島大学出版会.
- Woodcock, N. H. and Fischer, M., 1986: Strike-slip duplexes. *Jour. Struct. Geol.*, v. 7, 725-735.
- 山田直利, 1987: 泉南帯(領家南縁帯)の形成過程. 日本地質学会第94年学術大会講演要旨(大阪市立大学), 572.
- 山内 仁・箕浦浩治, 1986: 久慈地域の久慈層および野田層. *Sci. Rep. Hirosaki Univ.*, v. 33, 96-120.

(受理: 1990年4月2日)