

濃度が低い) と、少数の大きな結晶が晶出する。この解釈は、既存の鉱物を水を介して置換する場合でも、定性的には適用できる。

繊維状石英として沈殿する場合、成長速度が大きいため、微小な水泡を取り込むのが普通である。含水量は通常1~2%である(FOLK & WEAVER, 1952; FRONDEL, 1982)。含水繊維状石英をカルセドニー(chalcedony)と呼ぶ。カルセドニーの含水量はカルセドニー形成後の時間にも関係する。すなわち、時間が経つにつれて、カルセドニーは粗粒化し、それにつれて水を排出していく。このため、土生代や生カンブリ

Length - Slow Chalcedony と古環境

LSCの産出は非常に稀であり、この事実は、LSCが大変限られた地質環境にしか出現しないことを物語る。FOLK & PITTMAN (1971), PITTMAN & FOLK (1971)は、この限られた地質環境とは蒸発岩形成環境(evaporitic environment)である事に気付き、テキサス大学所有の薄片を再検鏡し、2・3の例外(FOLK, 1975)を除いて、LSCは全て蒸発岩相と関係があるという結論に達した。FOLK & PITTMAN (1971)が提出したLSCの産出例の他に Table 1 に示したように、LSCは世界

ア紀のカルセドニーは完全に無水繊維状石英(chalcedonic quartz)になっている。一般にカルセドニーと称されているものの中には無水のものも含まれていることが多い。

ところで、繊維状という場合、どの位細くて、どの位長い点かという点のはっきりしないと問題を生ずるであろう。筆者の手許にある国内外の鉱物学関係の辞典・教科書18冊を調べてみたが、この点について触れてあるものは1冊もなかった。繊維状であるということをも明記してあるものも11冊しかなく、他は、単に含水隠微晶質石英をカルセドニーと呼んでいるに過ぎない。FOLK & WEAVER (1952)の分類では、短く、

各地の、主に“安定地塊”から報告されている。これらを、A:明らかに蒸発岩相と関係のあるもの(原論文に明示されているもの)、B:蒸発岩相と関係があることを示す情況証拠があるもの、C:乾燥気候下で形成される silcrete, calcrete, geode に含まれているもの、D:原論文では古気候との関係は直接触れずに、続成作用の産物として報告されたもの、そして、E:その成因に意見の違いがあるもの、に分類すると、Table 1 のようにまとめることができる。Dの大半は蒸発気候下の続成作用と関係が深いと思われる。Eのノバキユライトは、筆者の解釈では、安定陸塊周辺の堆積物

ように考察すると、本質的な意味で、重晶石を伴う深海性 LSC やマンガン団塊中の LSC も例外ではない。珪酸鉱物形成に関する熱水実験においても LSC が晶出することがある (WHITE & CORWIN, 1961; OEHLER, 1976; KASTNER, 1980) が、この場合でもアルカリ性条件が好都合である。

このように見てくると、自然界における LSC は、極めて高い確率で、蒸発岩あるいは蒸発岩形成の場に密接に関係していると結論付けてよい。LSC の同定が原理的には、偏光顕微鏡で通常の薄片を観察すれば可能であるという簡便さは比類なき優位性を持っている。そして、LSC の確認が蒸発岩相という古環境を示すとすると、その地質学的意義は極めて重大であり、特に、原岩の鉱物・組織が失なわれてしまっている場合には、LSC 単独での断定的結論には慎重であってよい。WEST (1979) はこのような情況を考慮して、蒸発岩形成環境を明確に主張するためには、複数の事実を確認することを薦めている。彼の提出した複数の判断根拠とは次の通りである；

1. Pseudomorphs of calcite, chalcidony or quartz (or moulds or casts) after gypsum, after anhydrite or after halite.
2. Length - slow chalcidony (quartzine).
3. Spherulites of the lutecite variety of chalcidony.
4. Euhedral crystals of authigenic quartz.
5. Celestite, Sometimes with calciostrontianite (occasionally baryte).
6. Net-texture, a small-scale relic of early gypsum, in limestone.
7. Chicken - wire, nodular structure of spherical vugs in limestone or dolomite.
8. Coarsely crystalline limestones without skeletal debris (possible calcitised evaporites).
9. Small conportions that are not obviously sub-

- aqueous slumping or other non-evaporitic origin.
10. Minute rectangular relics of anhydrite in quartz or other minerals.
 11. Oligomict limestone breccia with a carbonate matrix (possible calcitised evaporite breccia).
- その他に次のようなデータも蒸発岩相を示す；
12. Pseudocubic quartz (RAPSON - MCGUGAN, 1970; MCBRIDE & FOLK, 1977; MILLIKEN, 1979).
 13. Abundant dolomite rhomb in siliceous rock.

LSC の重要性は以上述べた通りであるが、ここで注意をしなければならないのは LSC の同定の問題である。ある種の緑泥石は無色繊維状であり、length - slow

quartz の中間的性格を有する microflamboyant quartz (MILLIKEN, 1979) や flamboyant quartz (FOLK & PITTMAN, 1971) も時々 LSC と見誤りやすい。そこで、LSC の存在を明らかにするためには、X 線回折法あるいは EPMA を用いて石英であることを確認しておき (Table 2)、電顕を用いて繊維状であることを確認しておく必要がある。これらの手続きを経て LSC であることが確認できれば、蒸発岩相との関連を検討する価値がある。

福井県南条山地における Length-Slow Chalcidony の意義

福井県下の中・古生層分布地域の一つである南条山地には LSC を含む異地性岩体 (オリストリス) や礫岩中のクラストが存在することは既に報告されている (服部, 1985; HATTORI, 1985)。ここでは、これら LSC が持つ地質学的意義について考察を加えてみよう。

A. 冠山礫岩系中の LSC から推定される古地理

冠山礫岩系中のチャートクラスト (服部ら, 1985) はコーツィンを含む (判断根拠の 2) ことの他に上述判断根拠の 5, 11, 12, 13 を満たし (HATTORI, 1985)、蒸発岩相と大変関係が深いことを伺わせる。冠山礫岩系中の LSC チャート中には LSC の碎屑物も含まれているので、LSC の形成は堆積作用と同時に進行していたと推定される。中部日本における先ジュラ紀蒸発岩としては、福井県本戸層中のドロマイト (大村, 1968) が知られているが、冠山礫岩系の起源をここに求めることは、記載岩石学的性格が全く異なり、不可能である。一方、アジア東南部やオーストラリアを見てみると、古生代前半、特にオールドビス紀からデボン紀にかけて、広範囲に蒸発岩が堆積している (KEMEZYS, 1984; 都城, 1979; VEEVERS, 1984)。渋谷ら (1983) の黒瀬川帯横倉山シルル系の古地磁気結果、YOSHIKURA (1985) の黒

瀬川構造帯の岩石学的考察、及び近年の東南アジアの構造発達史に関する解釈 (LIN *et al.*, 1985; BURRETT & STAIT, 1985; ZHAIG *et al.*, 1984) などを参考にすると、冠山礫岩系中の LSC チャートの起源を Gondwana 大陸における古生代前・中期の蒸発岩相に求めることが最も合理的であると考えられる。

B. 白浜碎屑性石灰岩中の Length - Slow Chalcidony から推定される古地理

白浜の碎屑性石灰岩 (HATTORI, 1984) にはコーツィンとルーテサイトが含まれており (服部, 1985)、これら LSC の形成環境は TAMURA (1983) が示した三宝山地域の緑色岩・石灰岩・チャートに関する堆積環境と

Table 1. Occurrences of length - slow chalcedony (quartzine and lutecite) in the world. When quartzine and lutecite are not distinguished in original articles, "LS - chalcedony" is used for chalcedony type. LS - chalcedony in RAPSON - MCGUGAN (1970) was judged on the photograph in his article.

A LENGTH-SLOW CHALCEDONY FROM EVAPORITIC ROCKS

Locality	Country rock and age	Chalcedony type	Reference
Norway	Carboniferous gypsum	lutecite, quartzine	Hutchins(1962)
	Carboniferous fusulina limestone	lutecite, quartzine	Siedlecka(1972)
	Permian spirifer limestone	lutecite, quartzine	Folk & Siedlecka(1974)
	Precambrian evaporitic nodule	quartzine	Siedlecka(1976)
	Precambrian dolomite	quartzine	Tucker(1976a)
England	Jurassic gypsum	lutecite, quartzine	West(1964, 1973)
	Jurassic gypsum	lutecite, quartzine	West(1979)
	Triassic anhydrite in dolomite	lutecite, quartzine	Tucker(1976b)
Ireland	Mississippian dolomite & limestone	lutecite	West et al.(1968)
Spain	Eocene gypsum	LS-chalcedony	Nickel(1982)
Paris	Tertiary gypsum	lutecite, quartzine	Cayeux(1916)
Balearic Sea	detritus from Miocene evaporite	lutecite	Schreiber(1974)
Kenya	Precambrian magadiite	LS-chalcedony	Eugster & Chou(1973)
S. Africa	Precambrian dolomite	LS-chalcedony	Eriksson & Truswell(1974)
Australia	Devonian limestone	quartzine	Henderson(1984)
	Cambrian chert	LS-chalcedony	Southgate(1982)
Michigan-	Silurian evaporite	LS-chalcedony	Gill(1977)
Canadian Rockie	Permian gypsum	LS-chalcedony	Rapson-McGugan(1970) *
Wyoming	Permian redbed	quartzine	Schmitt & Boyd(1981)
Kentucky	Mississippian evaporite	lutecite, quartzine	Milliken(1979)
New York	Cambro-Ordovician sulfate	lutecite	Rubin & Friedman(1977)
New Mexico	Ordovician chert nodule	quartzine	Geeslin & Chafetz(1982)
	Permian anhydrite	LS-chalcedony	Milner(1976)

B LENGTH-SLOW CHALCEDONY FROM PROBABLE EVAPORITIC ROCKS

Locality	Country rock and age	Chalcedony	Reference
Quebec	Precambrian Iron Formation	quartzine	Dimroth & Chauvel(1973)
	Precambrian Iron Formation	LS-chalcedony	Chauvel & Dimroth(1974)
Superior	Precambrian Iron Formation	LS-chalcedony	Lougheed(1983)
Arkansas	Devonian novaculite	quartzine	Jones & Knauth(1979)
Texas	Devonian novaculite	quartzine	Folk(1973)
Illinois	Mississippian chert in limestone	LS-chalcedony	Knauth & Epstein(1976)
New Mexico	Mississippian chert and carbonate	LS-chalcedony	Meyers & James(1978)
Gulf Coast	Tertiary marine sediment	LS-chalcedony	Carver(1980)
Fukui	Permian clastic limestone	lutecite, quartzine	Hattori(1985a)
	chert clasts of unknown age	quartzine	Hattori(1985b)

C LENGTH-SLOW CHALCEDONY in SILCRETE, CALCRETE and GEODE

Locality	Country rock and age	Chalcedony type	Reference
Spain	Cretaceous geode in anhydrite nodule	lutecite, quartzine	Elorza & Rodriguez-Lazaro(1984)
Portugal	Tertiary silcrete	quartzine	Meyer & Pena Dos Reis (1985)
S. Africa	Quaternary silcrete	quartzine	Smale(1973)
	Cenozoic silcrete	lutecite, quartzine	Summerfield(1983a, 1983b)
	Quaternary silcrete	quartzine	smale(1978)
Australia	Quaternary calcrete	lutecite, quartzine	Watts(1980)
	Quaternary silcrete	quartzine	Smale(1973)
	Quaternary silcrete	quartzine	Smale(1978)
Canada	Quaternary silcrete	quartzine	Williamson(1957)
	Proterozoic silcrete	quartzine	Ross & Chiarenzelli(1985)
Tennessee	Mississippian geode in dolomite	lutecite, quartzine	Chown & Elkins(1974)
Kentucky	Mississippian geode in anhydrite	LS-chalcedony	Fisher(1977)

D LENGTH-SLOW CHALCEDONY OF DIAGENETIC ORIGIN

Locality	Country rock and age	Chalcedony type	Reference
England	Jurassic silicified limestone	lutecite, quartzine	Holdaway & Clayton(1982)
	Cretaceous fossil in chalk	quartzine	Brown et al.(1969)
	Jurassic limestone	lutecite, quartzine	Wilson(1966)
Delaware	Permian clastic limestone	LS-chalcedony	Jacka(1974)
Ohio	Permian clastic limestone	LS-chalcedony	Hatfield(1975)
New Mexico	Mississippian clastic limestone	LS-chalcedony	Meyers(1977)

E LENGTH-SLOW CHALCEDONY of CONTROVERSIAL ORIGIN

Locality	Country rock and age	Chalcedony type	Reference
Italy	Jurassic radiolarite	lutecite, quartzine	McBride & Folk(1979)
	Jurassic jaspilite	lutecite, quartzine	Folk & McBride(1978)
Texas	Devonian novaculite	LS-chalcedony	McBride & Folk(1977)
	Devonian novaculite	lutecite, quartzine	Folk & McBride(1976)

内容的には全く一致する。白浜の石灰岩・チャートの互層は堆積後、上昇浅海化し、著しい蒸発作用を受けた。この時期にLSCが形成された。問題となるのは、この海洋島が大洋中に孤立していたか、あるいは近くに大陸性陸塊が存在していたかということである。白浜の碎屑性石灰岩中にはほとんど陸源性物質は含まれていない。しかし、南条山地の各地点に散在するオリストリスとしての石灰岩は多くが碎屑性であり、その中にはしばしばLSCのみならず、かなりの量の陸源性

物質を含んでいる。この観察事実は、海洋島の一方は大洋に面し、一方は狭い海を隔てて大陸に面していたことを物語る。石灰岩碎屑物が大洋側に流れ落れば、陸源物質が全く混入しないし、逆に、大陸方向に流れ下れば、陸源物質を混入することになる。白浜岩体は中国帯の秋吉列石灰岩から由来した可能性が強いという解釈(HATTORI, 1984)、古地磁気データ(HATTORI & HIROOKA, 1979; HATTORI, 1984)や古生物学に基づく古地理解釈(小沢, 1984)および石灰岩の堆積環境の

Table 2. Chemical composition of length-slow chalcedony. Sample No. 1; length-slow chalcedony in the Shirahama clastic limestone, Samples No. 2 and No. 3; length-slow chalcedony in the chert clasts of the Kanmuriyama Conglomerates. Chemical components less than 0.05 % are ignored. Analyzed with EPMA by M. ADACHI and M. ENAMI.

	No. 1	No. 2	No. 3
SiO ₂	99.7	100.0	99.6
Al ₂ O ₃	0.12	0.09	0.15
Na ₂ O	0.00	0.00	0.06
Total	99.8	100.1	99.8

考察 (太田, 1968)などを総合的に検討すると, この海洋島は, 丁度現在のオーストラリア大陸周辺の海洋島群の一つのような状態であったと推察される。古生代末期に南方のある大陸の周辺に発達した火山性弧状列島とその上に堆積した礫性石灰岩体の残骸が白浜の石灰岩塊と考えられる。

C. 地史の総括—試案

ジュラ紀の南条堆積盆地の周辺には, 前・中期古生代蒸発岩相と二疊紀石灰岩・緑色岩相が露出 (分布) していた。後者もその形成時にはしばしば蒸発岩相の環境におかれたことがあった。冠山礫岩系中には LSC チャートのクラストと同時に, LSC を含む碎屑性石灰岩のクラストも含まれているので, 両者は単一の後背地内に分布していた。いい換えれば, 二疊紀海洋島群が三疊紀からジュラ紀にかけて大陸側に押しつけられる過程で, 白浜石灰岩塊が切り離され, オリストリスとして南条堆積盆地に定置した。さらに, ジュラ紀中頃には一体化した海洋島群・大陸性蒸発岩相から多量のクラストが堆積盆地に供給され, 冠山礫岩系を形成した。陸域から供給された碎屑物と, 海洋性の三疊紀チャート, ジュラ紀珪質頁岩が複雑に入り組み, 現在みられるような地層の配列が形成された。古地磁気データ (SHIBUYA & SASAJIMA, 1980; SASAJIMA, 1981; HATTORI, 1982)を参考にすると, この堆積盆地は低緯度地域にあったと想像される。南条堆積盆地はジュラ紀後半以後, 後背地から切り離され, 北上し始め, 白亜紀半ば頃に現位置に到達したのである。

あとがき

本論では南条山地に見い出された LSC の地質学的

意義を解説し, 先ジュラ紀の古気候を復原した。さらに多くの断片的データと推察を混じえて, この地域における古生代中期から中生代中期までの地史について一仮説を提出した。本論の主旨は, この地史的解釈にあるのではなく, LSC の存在の確認の地質学的重要性を強調することにある。古地磁気研究や古生物地理区からの検討 (木村, 1985; SATO *et al.*, 1985)のみならず, 堆積岩岩石学からの古環境の解析も日本列島構造発達史に対する貢献は大きいことは疑いない。特に MIZUTANI & HATTORI (1983)が推察したような missing terrane の探究には, ここで述べたような方法が唯一の方法であると思われる。筆者は他地域においても LSC の存在を確認しており, 今後 LSC に関する, および LSC に基く研究がさらに発展する可能性は大きい。

文 献

- BLATT, H., MIDDLETON, G. and MURRAY, R., 1980: *Origin of sedimentary rocks* (2nd edition), Prentice-Hall, New Jersey, 782 p.
- BROWN, G., CATT, J. A., HOLLYER, S. E. and OLLIER, C. D., 1969: Partial silicification of chalk fossils from the chilterns. *Geol. Mag.*, **106**, 583-586.
- BURRETT, C. and STAIT, B., 1985: South East Asia as a part of an Ordovician Gondwanaland—a paleogeographic test of a tectonic hypothesis. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **75**, 184-190.
- CARVER, R. E., 1980: Petrology of Paleocene-Eocene and Miocene opaline sediments, southeastern Atlantic coastal plain. *Jour. Sed. Pet.*, **50**, 569-582.
- CAYEUX, M. L., 1916: *Introduction l'étude pétrographique des roches sédimentaires*. Mem. Carte Géol. Détaillée France. Paris Imprimerie Nationale, 529 p. (+56 plates in 2nd vol.).
- CHAUVEL, J.-J. and DIMROTH, E., 1974: Facies types and depositional environment of the Sokoman Iron Formation, Central Labrador Trough, Quebec, Canada. *Jour. Sed. Pet.*, **44**, 299-327.
- CHOWN, R. M. and ELKINS, J. E., 1974: The origin of quartz geodes and cauliflower cherts through the silicification of anhydrite nodules. *Jour. Sed. Pet.*, **44**, 885-903.
- DIMROTH, E. and CHAUVEL, J.-J., 1973: Petrography of the Sokoman Iron Formation in part of the Central Labrador Trough, Quebec, Canada. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **84**, 111-134.
- ELORZA, J. J. and RODRIGUES-LAZARO, J., 1984: Late Cretaceous quartz geodes after anhydrite from Burgos, Spain. *Geol. Mag.*, **121**, 107-113.
- ERIKSSON, K. A. and TRUSWELL, J. F., 1974: Tidal flat associations from a lower Proterozoic carbonate

- sequence in South Africa. *Sedimentology*, **21**, 293-309.
- EUGSTER, H. P. and CHOU, I.-M., 1973: The depositional environments of Precambrian banded Iron Formation. *Econ. Geol.*, **68**, 1144-1168.
- FISHER, I. S., 1977: Distribution of Mississippian geodes and geodal minerals in Kentucky. *Econ. Geol.*, **72**, 864-869.
- FOLK, R. L., 1973: Evidence for peritidal deposition of Devonian Caballos Novaculite, Marathon Basin, Texas. *Am. Assoc. Pet. Geol. Bull.*, **57**, 702-725.
- , 1975: Third-Party reply to Hatfield: Discussion of Jacka, A. D. 1974, "Fossils by length-slow chalcedony and associated dolomitization: *Jour. Sed. Petrology*, v. 44, p. 421-427" *Jour. Sed. Pet.*, **45**, 952.
- and MCBRIDE, E. F., 1976: The Caballos Novaculite revisited. Part I: Origin of Novaculite members. *Jour. Sed. Pet.*, **46**, 659-669.
- and ———, 1978: Radiolarites and their relation to subjacent "oceanic crust" in Liguria, Italy. *Jour. Sed. Pet.*, **48**, 1069-1103.
- and PITTMAN, J. S., 1971: Length-slow chalcedony: a new testament for vanished evaporites. *Jour. Sed. Pet.*, **41**, 1045-1058.
- and SIEDLECKA, A., 1974: The "schizohaline" environment: its sedimentary and diagenetic fabrics as exemplified by late Paleozoic rocks of Bear Island, Svalbard. *Sed. Geol.*, **11**, 1-15.
- and WEAVER, C. E., 1952: A study of the texture and composition of chert. *Am. Jour. Sci.*, **250**, 498-510.
- FRONDEL, C., 1982: Structural hydroxyl in chalcedony (Type R. Quartz). *Am. Min.* **67**, 1248-1257.
- cates a pre-Jurassic evaporitic climate. *Mem. Fac. Educ. Fukui Univ.* Ser II, **35**, 49-65.
- and HIROOKA, K., 1979: Paleomagnetic results from Permian greenstones in central Japan and their geologic significance. *Tectonophysics*, **57**, 211-235.
- 服部 勇, 1985: 福井県下の美濃帯中・古生層中の length-slow chalcedony とその地質学的意義. *地質雑*, **91**, 453-461.
- ・服部篤彦・上山康一郎, 1985: 冠山礫岩-美濃帯北西部の中生代礫岩: 福井県下の美濃帯と飛騨帯における中生代礫岩の比較研究, 福井大, 教育紀要 II (自然科学), **35**, 33-47.
- HENDERSON, R. A., 1984: Diagenetic growth of euhedral megaquartz in the skeleton of stromatoporoid. *Jour. Sed. Pet.*, **54**, 1138-1146.
- HOLDAWAY, H. K. and CLAYTON, C. J., 1982: Preservation of shell microstructure in silicified Brachiopods from the upper Cretaceous Wilmington sands of Devon. *Geol. Mag.*, **119**, 371-382.
- HUTCHINS, P. F., 1962: Authigenic minerals in Carboniferous sediments from central Vestspitsbergen. *Geol. Mag.*, **99**, 63-68.
- JACKA, A. D., 1974: Replacement of fossils by length-slow chalcedony and associated dolomitization. *Jour. Sed. Pet.*, **44**, 421-427.
- JONES, F. T., 1952: Iris agate. *Am. Min.*, **37**, 578-587.
- JONES, D. L. and KNAUTH, L. P., 1979: Oxygen isotopic and petrographic evidence relevant to the origin of the Arkansas Novaculite. *Jour. Sed. Pet.*, **49**, 581-598.
- 勸米良亀齡・水谷伸治郎・鎮西清高編, 1979: 地球表層の物質と環境. 岩波地球科学講座 5, 313p.
- KASTNER M 1980: Length-slow chalcedony: the end

- GEESLIN, J. H. and CHAFETZ, H. S., 1982: Ordovician Aleman ribbon cherts: an example of silicification prior to carbonate lithification. *Jour. Sed. Pet.*, **52**, 1283-1293.
- GILL, D., 1977: Salina A-1 sabkha cycles and the late Silurian paleogeography of the Michigan Basin. *Jour. Sed. Pet.*, **47**, 979-1017.
- HATFIELD, C. B., 1975: Discussion on "Replacement of fossils by length-slow chalcedony and associated dolomitization. by A. D. Jacka. *Jour. Sed. Pet.*, **44**, 421-427". *Jour. Sed. Pet.*, **45**, 951-952.
- HATTORI, I., 1982: The Mesozoic evolution of the Mino terrane, central Japan: a geologic and paleomagnetic synthesis. *Tectonophysics*, **85**, 313-340.
- of the new testament. *Trans. Am. Geophys. Union (EOS)*, **61**, 399.
- , 1981: Authigenic silicates in deep-sea sediments: Formation and diagenesis. In; C. Emiliani (ed.). *The oceanic lithosphere, The Sea*, **7**, Wiley, N. Y., 915-980.
- KEENE, J. B., 1975: Cherts and porcellanites from the North Pacific, DSDP Leg 32. *DSDP Init. Rept.* **32**, 429-507.
- , 1983: Chalcedonic quartz and occurrence of quartzine (length-slow chalcedony) in pelagic sediments. *Sedimentology*, **30**, 449-454.
- KEMEZYS, K. J., 1974: Climatology and metallogenesis in the Tasman geosyncline. In: *The Tasman geosyn-*

- Geochim. Cosmochim. Acta*, **40**, 1095-1108.
- LIN, J., FULLER, M. and ZHANG, W., 1985: Preliminary Phanerozoic Polar wander paths for the North and South China blocks. *Nature*, **313**, 444-449.
- LOUGHEED, M. S., 1983: Origin of Precambrian Iron-Formations in the Lake Superior Region. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **94**, 325-340.
- MCBRIDE, E. F. and FOLK, R. L., 1977: The Caballos Novaculite revisited: Part II: Chert and shale members and synthesis. *Jour. Sed. Pet.*, **47**, 1261-1286.
- and ———, 1979: Features and origin of Italian Jurassic radiolarites deposited on continental crust. *Jour. Sed. Pet.*, **49**, 837-868.
- MEYERS, W. J., 1977: Chertification in the Mississippian Lake Valley Formation, Sacramento Mountains, New Mexico. *Sedimentology*, **24**, 75-105.
- and JAMES, A. T., 1978: Stable isotopes of cherts and carbonate cements in the lake Valley Formation (Mississippian), Sacramento Mts. New Mexico. *Sedimentology*, **25**, 105-124.
- MEYER, R. and PENA DOS REIS, R., 1985: Paleosols and alunite silcretes in continental Cenozoic of western Portugal. *Jour. Sed. Pet.*, **55**, 76-85.
- MILLIKEN, K. L., 1979: The silicified evaporite syndrome - two aspects of silicification history of former evaporite nodules from Southern Kentucky and Northern Tennessee. *Jour. Sed. Pet.*, **49**, 245-256.
- MILNER, S., 1976: Carbonate petrology and syndepositional facies of the lower San Andreas Formation (Middle Permian), Lincoln County, New Mexico. *Jour. Sed. Pet.*, **46**, 463-482.
- 小澤智生, 1984: フズリナ類の古生物地理からみた東アジアのプレートテクトニック進化. 日本古生物学会シンポジウム「東アジアのプレートテクトニック進化と中・古生代古生物地理」要旨, 13-17.
- PELTO, C. R., 1956: A study of chalcidony. *Am. Jour. Sci.*, **254**, 32-50.
- PITTMAN, J. S., Jr. and FOLK, R. L., 1971: Length - slow chalcidony after sulfate evaporite minerals in Sedimentary rocks. *Nature, Phys. Sci.*, **230**, 64-65.
- RAPSON-MCGUGAN, J. E., 1970: The diagenesis and depositional environment of the Permian Ranger Canyon and Mowitch Formations, Ishbel Group, from the southern Canadian Rocky Mountains. *Sedimentology*, **15**, 363-417.
- ROSS, G. M. and CHIARENZELLI, L. R. 1985: Paleoclimatic significance of widespread Proterozoic silcretes in the Bear and Churchill Provinces of the northwestern Canadian Shield. *Jour. Sed. Pet.*, **55**, 196-204.
- RUBIN, D. M. and FRIEDMAN, G. M., 1977: Intermittently emergent shelf carbonates: an example from the Cambro-Ordovician of eastern New York State. *Sediment. Geol.*, **19**, 81-106.
- SASAJIMA, S., 1981: Pre - Neogene paleomagnetism of Japanese Islands (and vicinities). In ; MCELHINNY, M. W. and VALENCIO, D. A. (eds.), *Paleo - reconstruction of the continents*. Geodynamic Ser. 2, Am. Geophys. Union, 115-128.
- SATO, T., KASAHARA, Y. and WAKITA, K., 1985: Discovery of a middle Jurassic Ammonite *Kepplerites* from the Mino Belt, central Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, **100**, 219-221.

- diagenesis of siliceous sediments. *Jour. Geol.*, **70**, 127-150.
- SMALE, D., 1973: Silcretes and associated silica diagenesis in Southern Africa and Australia. *Jour. Sed. Pet.*, **43**, 1077-1089.
- , 1978: Silcretes and associated silica diagenesis in Southern Africa and Australia. In: LANGFORD - SMITH, T. (ed.) *Silcrete in Australia*. Univ. New England, 261-279.
- SOUTHGATE, P. N., 1982: Cambrian skeletal halite crystals and experimental analogues. *Sedimentology*, **29**, 391-407.
- SUMMERFIELD, M. A., 1983 a: Silcretes as a paleoclimatic indicator: evidence from southern Africa. *Paleogeogr. Paleoclimat. Paleoecol.*, **41**, 65-79.
- , 1983 b: Petrography and diagenesis of silcrete from the Kalahari Basin and Cape Coastal Zone, Southern Africa. *Jour. Sed. Pet.*, **53**, 895-909.
- TAMURA, M., 1983: Megalodonts and megalodont limestones in Japan. *Mem. Fac. Educ. Kumamoto Univ.*, no. 32, 7-28.
- TUCKER, M. E., 1976 a: Replaced evaporites from the Late Precambrian of Finnmark, Arctic Norway. *Sediment. Geol.*, **16**, 193-204.
- , 1976 b: Quartz replaced anhydrite nodules 'Bristol Diamonds' from the Triassic of the Bristol District. *Geol. Mag.*, **113**, 569-574.
- VEEVERS, J. J. (editor), 1984: *Phanerozoic earth history of Australia*. Oxford Geol. Sci. Ser. 2, Clarendon Press, Oxford, 418 p.
- WATTS, N. L., 1980: Quaternary pedogenic calcretes from the Kalahari (South Africa); mineralogy, genesis and diagenesis. *Sedimentology*, **27**, 661-686.
- WEST, I. M., 1964: Evaporite diagenesis in the Lower Purbeck beds of Dorset. *Proc. Yorkshire Geol. Soc.*, **34**, 315-326.
- , 1973: Vanished evaporites—significance of strontium minerals. *Jour. Sed. Pet.*, **43**, 278-279.
- , 1979: Review of evaporite diagenesis in the Purbeck Formation of southern England. In: Symposium "Sédimentation jurassique W européen" A. S. F. Publ. spéc. no. 1, 407-416.
- , BRANDON, A., and SMITH, M., 1968: A tidal flat evaporitic facies in the Viséan of Ireland. *Jour. Sed. Pet.*, **38**, 1079-1093.
- WHITE, J. F. and CORWIN, J. F., 1961: Synthesis and origin of chalcidony. *Am. Min.*, **46**, 112-119.
- WILLIAMSON, W. O., 1957: Silicified sedimentary rocks in Australia. *Am. Jour. Sci.*, **225**, 23-42.
- WILSON, R. C. L., 1966: Silica diagenesis in upper Jurassic limestones of southern England. *Jour. Sed. Pet.*, **36**, 1036-1049.
- YOSHIKURA, S., 1985: Igneous and high-grade metamorphic rock in the Kurosegawa Tectonic Zone and its tectonic significance. *Jour. Geosci., Osaka City Univ.*, **28**, 45-83.
- ZHANG, Zh. M., LIU, J. G. and COLEMAN, R. G., 1984: An outline of the plate tectonics of China. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **95**, 295-312.
-