

● 秋の巡検ご案内 ●

お待たせしました。良い季節になりましたので、以下のように巡検を行いたいと思います。出来るだけ多くの方に参加していただきやすいように、日帰りとししました。また、この時期ですので雨天決行いたします。今回は貸し切りバスを利用します都合上、事前の申し込みが必要です。参加希望者は、下記までご連絡ください。

参加費用は、バス代（参加人数により変動します）・入館料（¥500）・保険料となります。なお、昼食につきましては各自ご準備ください。申込みいただいた方には料金等、再度ご案内いたします。

日時：2005年12月11日（日）

場所：徳島・香川方面

【日程】

高知大学－高知小津高校－高知駅－①大歩危礫質片岩観察・②「ラピス大歩危」見学

7:30 7:50 8:00 9:30～10:00 10:00～10:40

－③土器川カキ化石床観察（昼食）－④塩江堆積構造観察－⑤土柱観察

12:00～13:30 13:50～14:00 15:00～15:30

－⑥中央構造線観察－高知駅－小津高校－高知大学

16:00～16:10 18:00 18:10 18:30

【見どころ】

① 三波川帯の緑色片岩類（青石と呼ばれる）が、大歩危小歩危の景観をつくり出している。礫質片岩は、南太平洋で堆積した砂や泥、石灰岩が日本列島に付加するとき、急斜面から崩れ落ちてきた礫が取り込まれたものと考えられる。層の間にはさまった礫が、飴のように引き伸ばされているのが観察でき、広域変成作用で強い力を受けた様子が実感できる。片岩の一方側に割れやすい特性上、大股で歩いても小股で歩いても危ないので、気をつけて観察しよう。

9 ページに講演会（11月7日）のお知らせがあります。

②「ラピス大歩危」の石の博物館では、大歩危の地質を構成する石をはじめ、火星からの隕石や約40億年前の石などを紹介。世界のオフィオライトや宝石の原石も展示してある。

③琴南町土器川河床にある和泉層群基底部砂岩中のカキ化石層。厚さ約1mの砂岩中に密集し、化石床を形成している。砂岩、頁岩、互層部の差別侵食模様が顕著である。木戸の馬蹄石として香川県の自然記念物に指されている。

④塩江湯元温泉で有名なところだが、この付近から内場池の中部を境に、南側は堆積岩、北側は花崗岩が分布する。和泉層群に属する堆積岩中には、アンモナイトやコダイアマモなど中生代白亜紀の化石も含まれており、露頭ではさまざまな堆積構造が観察できる。

⑤阿波の土柱は、吉野川によって運ばれた砂礫が堆積してできた段丘礫層（約130万年前の地層）が、雨風に侵食されたもの。「世界3大土柱」の1つとして、知られる。（イタリア：チロルの土柱、アメリカ：ロッキーの土柱、日本：阿波の土柱）展望台から南北約九十メートル、東西約五十メートルにわたって「土の柱」が林立、大きなものは高さ十数メートルのものをみることができる。岩石の硬さの違いから、風化侵食作用によって生み出される自然の彫刻をお楽しみあれ。

⑥西南日本を二分する境界をなす断層が中央構造線（MTL）。中央構造線をはさんで内帯と外帯では、分布する岩石の種類が全く異なる。北側の内帯には、領家帯（高温タイプの変成岩）、南側の外帯には、三波川帯（高圧タイプの変成岩）が分布している。形成条件の異なるこれら二種の岩石が中央構造線をはさんで接している露頭が、「道の駅・三野」のすぐ近くの橋下にある。「太刀野の中央構造線」として、県指定天然記念物になっている。露頭では黒い帯状に破碎帯の粘土化した層が吉野川に平行して伸び、手前側に白亜紀の和泉層群、向こう側（川側）に三波川帯の結晶片岩が観察できる。断層運動が継続していることがわかる。

【申込み方法】

お名前、連絡先（携帯電話または自宅電話番号）、乗車場所（駐車車両数）をご記入の上、fax、またはe-mail（どちらも利用できない方は電話）にて下記までお申し込みください。

＜貸し切りバスの乗車場所と時間は、上の日程を参照ください。お車でお越しの方は、高知大学もしくは小津高校をご利用ください。駐車できます。なお、県外からご参加の方は、大歩危駅9時34分着の特急のご利用、帰りは阿波池田駅下車などできますので、ご相談ください。その他、わからないことがありましたらご遠慮なくお問い合わせください。

【申込み締め切り】11月20日（日）

● 総会報告 ●

遅くなりましたが、5月29日（日）に17年度高知地学研究会総会を行いました。当日は、講演が二題あり、大学生の参加も多く、高知大学理学部地質講義室が満席になりました。

今年度・来年度の役員体制は、次の通り。

会 長：川澤啓三

副 会 長：川添 晃

運営委員：南 寿宏・森岡美和・大学生（未定）

会計監査：竹島洋文・堅田智英

顧 問：吉倉紳一

会計・監査報告：次の通り

16年度高知地学研究会会計報告

収入	前年度からの繰り越し		¥ 117,722
	賛助会員	2名 × ¥5,000	¥ 10,000
	正会員	49名 × ¥2,000	¥ 98,000
	大学生・院生会員	1名 × ¥1,000	¥ 1,000
	中学・高校会員	0名 × ¥ 800	¥ 0
	小学生会員	0名 × ¥ 500	¥ 0
	前年度会費	5名 × ¥2,000	¥ 10,000
	次年度以降会費・正会員	7名 × ¥2,000	¥ 21,000
		+ ¥7,000	
計			¥ 257,722

支出	会報印刷代	¥ 88,557
	郵送料	¥ 17,600
	封筒	¥ 1,154
	計	¥ 107,311

収支 ¥257,722 - ¥107,311 = ¥150,411

会計監査

会計に関する諸書類について慎重かつ厳正に監査いたしましたところ、帳簿の記載は正確で、領収書類についても適切に保存されており、適正な執行であったことを認めます。

2005年5月24日

会計監査 竹島洋文
堅田智英



その後、講演してくださった近藤・村上両氏にご寄稿いただきました。お忙しい中、本当にありがとうございました。次に近藤氏の原稿を載せておきますので、研修なさった方は復習に、そして当日、残念ながら参加できなかった方は内容を知るためにお役立てください。また、村上氏の大川村の土石流災害に関しての原稿については、巡検の報告も併せて、紙面の都合上、次号掲載となります。ご了承ください。

鮮新統唐の浜層群穴内層の海進海退サイクル — 安田町唐の浜での野外観察 —

高知大学理学部 近藤康生

はじめに

安田町の唐の浜は、保存のよい貝化石を多産することによく知られていて、私もたびたび訪れて観察を続けてきた。農道の工事のたびに新しい露頭ができたり、また工事で覆われたりしてきたので一度に全体を眺める機会にはなかったが、この10年あまりの観察をまとめてみると、約30mの層序の詳細が明らかとなり、この中に砂層と泥層の規則的な繰り返し（下位より順にサイクル1～10と呼ぶ）があることが分かった。露頭で目につくさまざまな特徴が、サイクルの一定の位置に現れることも分かってきた。たとえば、唐の浜にしばしば見られる化石密集層は砂層の上部に限って現れる。

こうした繰り返しは波浪などの堆積営力が強くなったり、また弱くなったりと繰り返したことを反映したものだが、堆積営力の増減は海水準の昇降の結果、すなわち水深の変化として最も合理的に説明することができる。海が浅くなれば波浪の影響を受けて砂がたまるようになり、深くなれば波浪の影響がなくなり泥だけが降り積もるようになる、というわけである。

唐の浜層群の堆積した鮮新世末には深海堆積物中の有孔虫殻の酸素同位体変動は、第四紀後期の変動の半分程度であったので、当時の海水準の変動幅は100m以下、おそらく50–60m程度と小さい。それでも陸棚程度の浅い海では深刻な環境変化になるはずであり、その変化は堆積物の粒径にもハッキリと表れるはず、と推測できる。実際、唐の浜の穴内層には、このような変化が観察できる。そのほか、ここで集めた地層と化石に関するさまざまな証拠は、いずれもこの周期的な水深変化説を支持している。

この小文では、ごめん・なはり線、唐浜駅北付近の露頭と、ここでの観察から分かる、海水準変動を反映した海進海退サイクルについて紹介する。

なお、農道の整備に伴い露頭が吹き付けられ、観察できなくなっているところが多いが、現在でもある程度の観察は可能である。

層序の概要

ごめん・なはり線唐浜駅の北方に整備中の農道を登っていくと、唐の浜層群穴内層の層序の概要を見ることができる（図1、2）。このあたりの地層の走向はN30W、傾斜は南西に10度程度である。農道は東ないし、北東に向かって路面よりもゆるい角度で登っていくので、奥に向かうにつれて、次第に下位の地層が現れるようになる。以下、農道入り口（上位）から奥（下位）に向かって述べる。

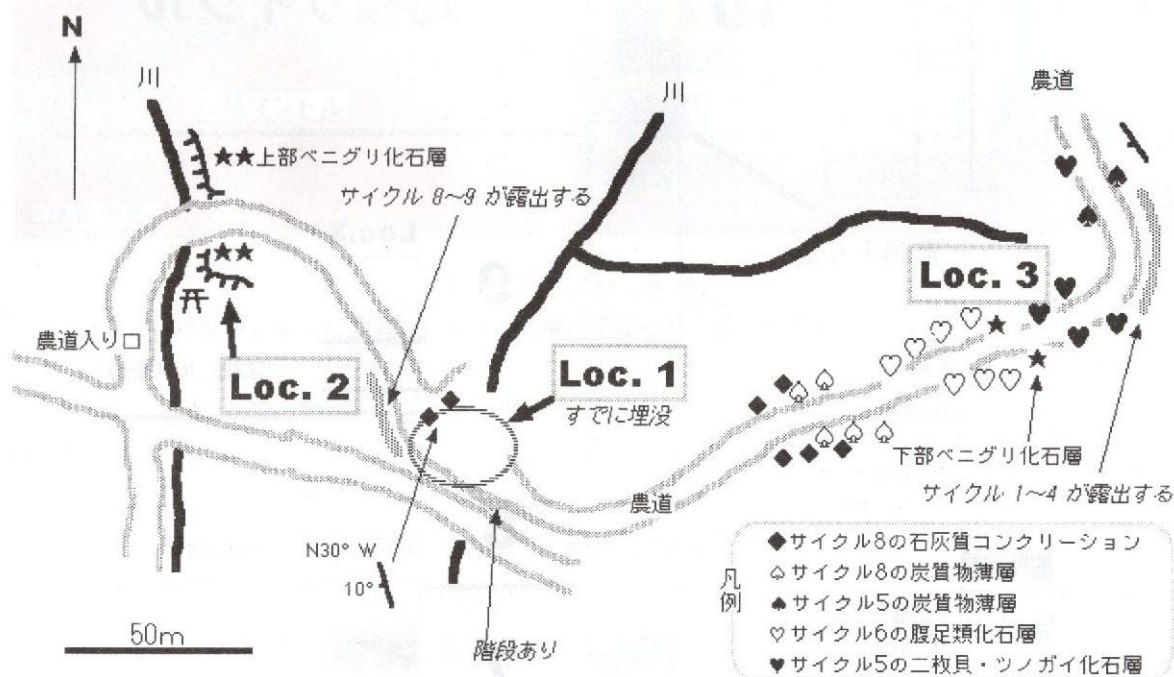


図1. 唐の浜駅北の農道沿いルートマップ

農道の入り口は、駅の北西にある。農道の入り口のすぐ右手には、高さ5m程度の小露頭（小さな祠が目印）がある。ここに見えている地層がサイクル10に当たる。この崖の下の方には貝化石を多産するシルト質砂層があり、上位に向かって泥がちとなる。崖の上の方（★★）には、貝殻が多数散らばっているが、そのほとんどがベニグリ（*Glycymeris rotunda*）と呼ばれる二枚貝である。この二枚貝は、現在、黒潮の流れる陸棚から大陸斜面にかけて、水深100mあたりを中心に分布している。このことから、この地層はこの穴内層では最も深い海の堆積物であることが分かる。同じ層準の地層は、北側の小沢の東岸にも見える。

この農道を東にゆるく登り、駅の真北あたり（Loc.1）に回ると、やや下位の地層（サイクル9）が見え始める。ここには砂質泥層と泥質砂層がかろうじて露出しているが、厚さ50cmあまりの石灰質のコンクリーションが点々と続く層準（◆；サイクル8）がかつては目についた。これはよい鍵層となり、さらに東の切り通し（Loc.3の少し南）にも続く。

唐浜駅の北で、現在、道の下に埋まっているところに、かつて見事な露頭（Loc.1）があった。ここには、2枚の化石密集層が厚さ5mの地層（サイクル6）を挟んで見られ、大量の化石を見ることができた。同じ地層は、農道がここから北に登り、急な坂道となるが、この坂道の切り通しにも露出していた。これより下位の地層（サイクル5～1）は、坂道を登ったあたりに分布しており、今でもその一部は観察できる。最も下位のサイクル1～4には、これより上位の地層と異なり、礫を含む化石層が見られる。また、サイクルの厚さが薄いことも特徴的である。

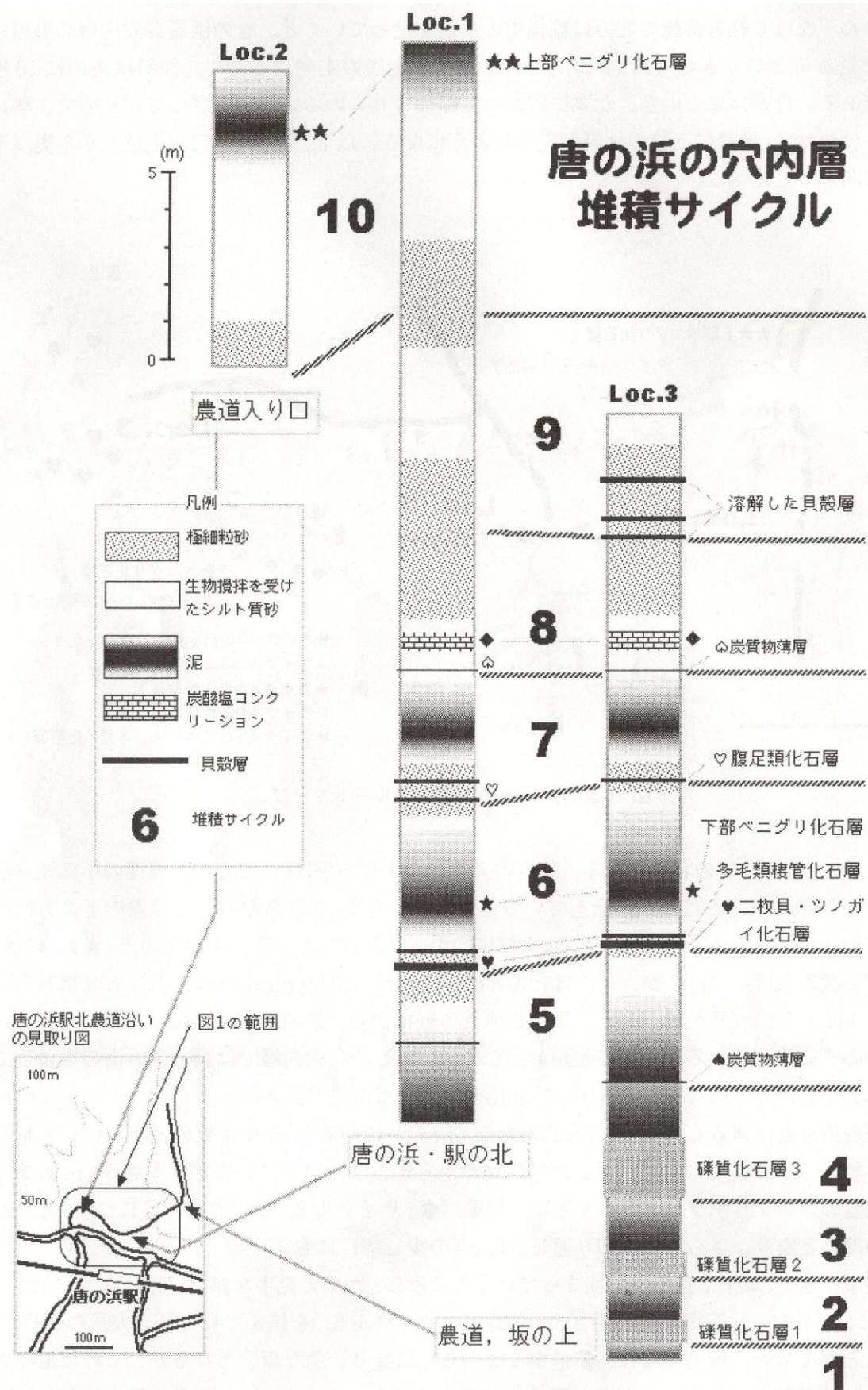


図2. 唐の浜北の農道沿いで作成した柱状図

サイクル6および7では、化石密集層がサイクルの基底にあるので、境界がわかりやすい。他方、サイクル5と8では、炭質物の薄層（サイクル5♠、サイクル8♠）をサイクルの基底と見なしている。炭質物薄層と化石密集層を比較すると、ともに、(1) その直下、直上で化石の分布密度が低くなる、(2) 直上に化石をあまり含まない、よく淘汰された細粒砂ないしシルトに覆われる、などの共通点が認められる。このことからみて、炭質物薄層は、化石密集層が形成される場所の外側、つまり少し深い場所の堆積物と考えられる。ストーム堆積物の海側末端にあたるものかもしれない。結局、サイクル4と7の形成末期には、浅海化が不十分であったために堆積物が粗粒化せず、化石密集層の形成に至らなかったものとみられる。

最下部のサイクル1から4は、さらに特徴が異なり、礫質の化石層と上方粗粒化を示す泥層の繰り返しから構成されている。これらのサイクルの成因については現在検討中であるが、礫質の化石層が海進期の堆積物にあたり、泥層が高海水準期および海退期の堆積物と考えられる。したがって、礫質の化石層基底をサイクルの境界と見なすことができる。

以上、ここに見られる粗粒化・細粒化の繰り返し（海進海退サイクル）をまとめてみると、最下位のサイクル1から4は地層が薄く、礫がちの化石層を挟むのに対して、上位のサイクルになるほど地層が厚くなり、粗粒部分の岩相が細かくなっていく。これらのサイクルが同様の現象の繰り返しによってできたとすれば、堆積速度が上位に向かって大きくなるとともに、地層の堆積環境が全体として徐々に変化していったことになる。

海進海退サイクルの詳細

ここでは、海進海退の様子が最もよく分かるサイクル6について具体的に紹介する。サイクル6は、この穴内層で最も厚い（といっても層厚は10cm足らず）化石密集層（二枚貝・ツノガイ化石層：♥）に始まり、これより約4.5m上位のややまばらで薄い化石層（腹足類化石層：♡）の下位までの地層である。これらの化石層はともに砂がちの地層中に挟まれているが、化石層から上下に離れるに従って泥がちとなる。すなわち、二枚貝・ツノガイ化石層のすぐ上には、よく淘汰された細粒砂が重なるが、すぐに泥に変わる。密集層以外で化石が最も多産するのはこのあたりの層準（下部ベニグリ化石層：★）である。しかしこの泥がちの化石層もすぐ上位で再び砂がちになるとともに、化石の量が少なくなり、腹足類化石層（♡）の直下では「ちくわ」状の巣穴も目立つようになる。このように、堆積物の粒度と化石の量がサイクルの中で増減する。

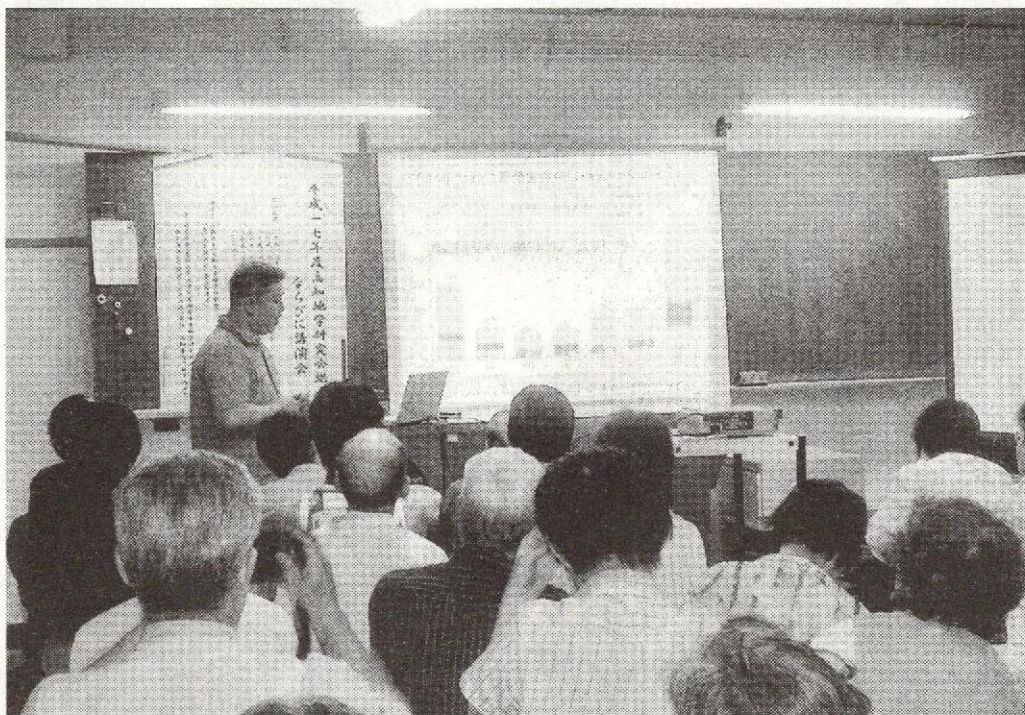
含まれる化石の種類を現地で見分けられるようになると、もっとハッキリとした変化を読みとることができる。サイクル6基底の化石密集層（二枚貝・ツノガイ化石層♥）には多くの種類の貝殻が含まれているが、めだつのはツノガイである。水流によって配列したため、向きが揃っていることが多い。ツノガイとよく似た形をしたゴカイの棲管も多く、やはり向きが揃っている。これらのほか、多くの二枚貝や腹足類、クジラの骨、木の葉など、起源の異なるさまざまな生物遺骸を含んでいる。二枚貝はほとんどすべて左右の殻がはずれた状態で化石となっている。生息状態のまま静かに化石化したものを自生、原地性などと呼ぶが、これとはほど遠い状態の化石であることが分かる。化石層のすぐ上には、ゆるく傾斜した層理がかすかに見えることがあり、暴風時の海底に、渦を巻く水流によってできるとされる堆積構造（ハンモック

状斜交層理)と考えられる。つまり、この化石層は、海水準が最も下がり、海が最も浅くなった時期の嵐の堆積物と考えるとうまく説明できる。

この化石層の上に重なる、よく淘汰された細粒砂には化石は少ない。しかしオオキララガイやスナゴスエモノガイ近似種が比較的多く、腹足類も目につく。この上に重なる砂質泥層(下部ベニグリ化石層★)には、ベニグリのほか、生息状態のまま化石になったナミガイやシオガマガイなどが多い。少し上に目を向けると、やはり生息状態のままのフスマガイがめだつ。これらは、上部浅海帯の下半によく見られる群集であり、30-60m 程度の水深が推定できる。

この上位には、ベニグリが優占する部分(★)が見られることがあり、ここでは上記のように、水深100m 近い水深になったと思われる。この上位は、再びフスマガイを含む多様な群集に戻り、さらに上位の砂がちの部分には、単体サンゴが多くなる。このように、ベニグリの層準から上位にかけて再び海が浅くなっていったことを読みとることができる。

このように陸棚の堆積物では水深の変化が堆積物の粒度に反映されるので、細粒化=深海化、粗粒化=浅海化、と読み替えることができる。



写真は総会のようす(濱渦次郎氏撮影)

● 講演会のお知らせ ●

化石燃料、身近なところではガソリンスタンドへ行くたびに、値上がりが気になる今日この頃ですが、学校の教科書等では、太古の植物やプランクトン等が元になって出来た有限な資源だと表現されています。今後のエネルギー問題もどう対処していくべきなのか、考えていかねばなりません。ところで、今注目を浴びつつある「石油の無機起源説」についてはご存じでしょうか。ちょっと目を向けてみましょう。無機起源説については第一人者である中島さんの原稿を今回より数回に分けて会報に掲載します。

今回原稿を寄せてくださった中島敬史（なかしま けいし）さんは、高知大学理学部 地学科の卒業生（昭和 58 年卒）で、三井金属資源開発株式会社へ入社された後、日本石油開発株式会社、関東天然瓦斯開発株式会社、株式会社テクノアース等を経て 2003 年より財団法人日本エネルギー経済研究所にて活躍されています。数多くの石油資源に関する論文や記事を発表されていますが、下にご案内いたしますように、近く講演会もありますので、ご興味のある方は是非お聞きになっては如何でしょう。

講演会ご案内

演題 「石油の起源は太古の動植物か、あるいは地球深部由来か？」

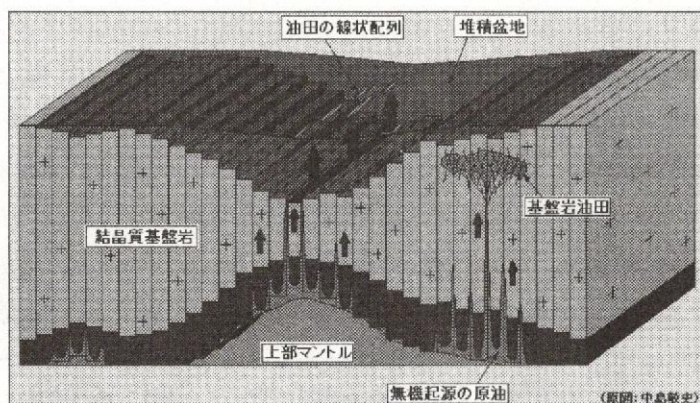
（財）日本エネルギー経済研究所 総合戦略ユニット 主任研究員 中島 敬史氏

日時：平成 17 年 11 月 7 日（月）15:30 から

場所：高知大学メディアの森 6F メディアホール

要旨

「ピークオイル説」や「石油資源枯渇説」が囁かれている。そして石油の供給不安が高まりつつあり、国際市場における原油価格が高騰している。石油は本当に有機起源で残り少ないのであろうか。これまで真面目に取り上げられることの少なかった「無機起源説」にスポットを当て、石油の起源について再考する。



問い合わせ先：理学部自然環境科学科 吉倉 紳一

石油の有機起源説と無機起源説（その1）

財団法人 日本エネルギー経済研究所

総合戦略ユニット主任研究員 中島敬史

1. はじめに

2000 年以降、テロやイラク戦争、西アフリカにおける石油産業におけるストライキなど、原油の供給不安を煽る事件が続いており、今年前半、原油先物相場（WTI）は 1 バレルあたり 40 ドルの高値をつけ、4 月には 58 ドルに達した。その後、国際的な石油市場を左右する米国の主要な産油地域メキシコ湾に巨大なハリケーンが相次いで襲来して原油生産の一部が停止する事態となり、原油の供給不安が一気にパニックとなって国際的な原油価格を押し上げる結果となった。原油価格は一時 70 ドルを越え、9 月現在 60 ドル超で推移している。

こうした一時的な天災や紛争に加え、中長期的に原油価格を上昇させる原因として“ピークオイル論”による警告が挙げられる。“ピークオイル論”とは、元 BP のキャンベルが 1980 年代の後半から提唱し続けている理論であり、「今後石油需要が急増するにもかかわらず、近いうちに石油生産量はピークを迎え、その後は急激に生産が減退していき、これまでのような安価な原油はもはや得られなくなる」という警告である。そのため今のうちに石油の代替エネルギーを開発すべき、という主張に繋がり、環境保護論者から支持を得ている。ピークオイル論の根拠には、既存の大型生産油田が既に生産ピークを過ぎていることに加え、近年において新規発見油田が少ないという事実が掲げられている。

ピークオイル論では、1998 年時点での「確認可採埋蔵量」¹（1 兆バレル）と既生産量（8 千億バレル）の和を、地球上における究極可採埋蔵量²とみなしている。ここで「確認可採埋蔵量」とは、坑井により確認された原油で且つ現在の技術水準で経済的に回収可能な量である。すなわち、「確認可採埋蔵量」とは地球上に残存する原油埋蔵量のうち極めて限られた原油量に過ぎない（図 1 参照）。通常、油田の中に胚胎する原油量（これを原始埋蔵量と呼ぶ）のうち地上に回収可能な量は 30% 程度であるが、最近では水攻法や水平掘削技術、IT 技術と四次元震探による貯留層内の詳細な状況把握技術など IOR（Improved Oil Recovery）技術の進歩が著しく、原油の回収率が向上している。従って、従来採掘できなかった原油まで回収できるようになった。これら可採埋蔵量の増加分を「埋蔵量成長」と呼び、米国地質調査所による 2000 年の推計では 7,300 億バレルに及ぶ。さらに、従来回収が困難であったオイルサンドやオイルシェールなど「非在来型原油」と呼ばれる膨大な量の原油可採埋蔵量が地球上に存在し、

1：油田として既に発見され、現在も地下に残っている原油の埋蔵量は、その存在の確度に応じて「確認埋蔵量」、「推定埋蔵量」、「予想埋蔵量」に分けられる。こうした埋蔵量区分のうち「確認可採埋蔵量」とは、油層における存在の確度と、地上に回収できる確度が極めて高い原油量である（図 1 の右図参照）。世界には、現在の生産量で 40 年分に相当する「確認可採埋蔵量」が残っているが、近年、米国証券取引所の基準に基づき、従来の確認可採埋蔵量のうち、既に開発済みのものだけを真の確認可採埋蔵量と呼ぶ傾向にある。

2：既に生産した「累積生産量」、既発見で未生産（残存）の「可採埋蔵量」、および今後発見されるであろう「未発見埋蔵量」の 3 つを合計したものを「究極可採埋蔵量」と呼ぶ。

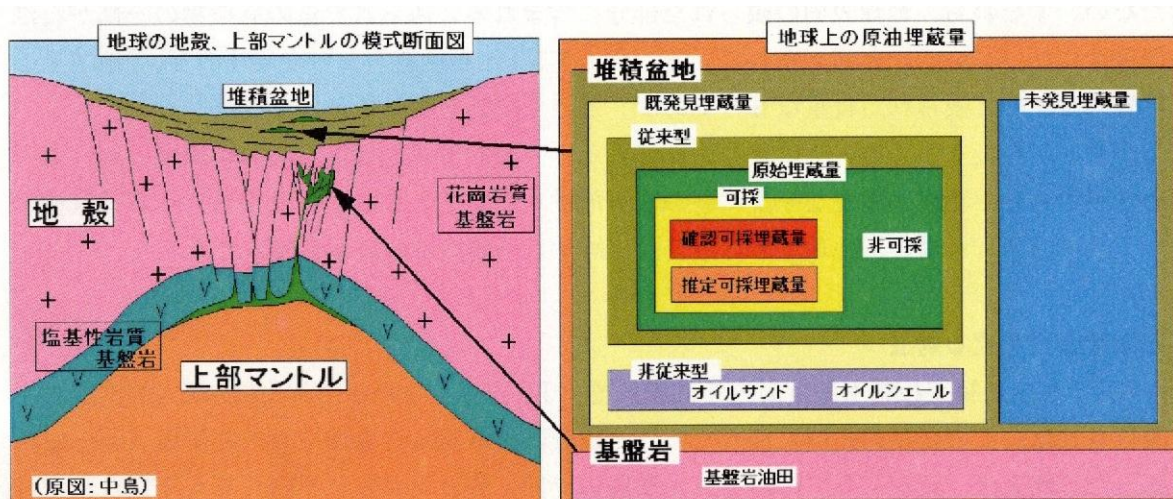


図1 地球上の原油埋蔵量区分

注：確認可採埋蔵量は各種の原油埋蔵量のうち極めて限られた量（赤で表示）である

（出所：各種資料より筆者作図）

Oil & Gas Journal (OGJ、2004年7月)によると「非在来型原油」の究極資源量は4兆3千億バレルに及ぶ。しかし、ピークオイル論で用いられた「確認可採埋蔵量」には、これら「埋蔵量成長」や「非在来型原油」は含まれていないのである。

近年、確かに油田発見の勢いが鈍化している。その背景には、1980年代以降、産油国が鉦区を開放せず、有望な区域が未探鉦のまま放置されてきたことや³、1990年代後半の世界的な通貨危機により原油価格が低迷して探鉦投資が世界的に沈静化したこと、並びに最近では原油価格の上昇により石油開発企業の多くがリスクを伴う探鉦よりも、利益確保のため既存油田の開発と生産に投資を向ける傾向にあること、などが挙げられよう。このように、油田発見が鈍化しているのは地質的以外の理由に拠るのであり、原油資源量が物理的に枯渇したわけではない。しかし、ピークオイル論では「人類は地球上の石油資源の大半を既に消費し、今後発見される追加埋蔵量は期待できない」という前提で、「未発見可採埋蔵量」を除いて議論しているのである。一方、米国地質調査所による2000年の推計では、「未発見可採埋蔵量」は1兆2千億バレルと推定しており、「究極可採埋蔵量」は3兆バレルに及ぶ。石油資源がいずれ枯渇する運命にあるとしても、それほど急を要する事態にはなく、ピークオイル論は原油供給不足への不安を煽って原油価格を引き上げるだけに過ぎない。

ピークオイル論における悲観的な発想はそもそも「地球上で採掘可能な石油の量（究極可採埋蔵量）は極めて限られたもので、いずれ地球上から原油が枯渇する」という暗黙の認識「石油資源枯渇論」に根ざしている。実は、この「石油資源枯渇論」は石油の起源説に端を発しているのである。すなわちこれまで石油は、太古の植物プランクトンから生成されたと信じられ、いわゆる「有機起源説」で説明されてきた。太古の植物プランクトンは、地球表面上の限られた場所に薄く分布する堆積盆地に沈積したものである（図1の左図を参照）。堆積盆地は、地殻表面の窪みに周囲から泥や砂が集まって形成された部分であり、体積では地殻全体の5%に

3：現在、世界の確認可採埋蔵量の大半は産油国により保有されており、国際メジャーと呼ばれる巨大な石油会社5社でさえ、それらが保有する確認可採埋蔵量は世界の4%を占めるに過ぎない。

満たない。すなわち、地球表面の限られた部分に含まれる、限られた量の有機物の一部が石油の埋蔵量になっている、と考えられている。従って、「化石燃料」という用語の下、「地球上の石油資源は極めて限られた貴重なものである」という神話を生むこととなった。

しかし、現在最も多くの人々に信じられている「有機起源説」は、石油の起源説における一つの学説であり、将来、新たな学説に替わる可能性も否定できない。これから述べる「無機起源説」が実証された場合、地球上の石油資源に対する価値観は根底から覆るであろう。

2. 石油起源説を巡る対立

かつて、高度な探査技術も貯留層内を詳細に描く IT 技術もなかった時代に、巨大油田が次々と発見された。その発見の糸口になったのは、地表に染み出した原油やガスの徴候 (seepage) であった。例えば、東シベリアのバイカル湖周辺では、先カンブリア紀 (化石も発見されていない、極めて古い地質時代) の片麻岩 (マグマが地下で固まって出来た花崗岩が地下深部の高温高压下で変成した岩石で、有機物をほとんど含まない) が分布するが、地表に浸出した油徴が知られており、それを頼りに試掘した結果、当時、経済的に採算性の合う油田が発見されているのである。現在であれば、主流の学説「石油の有機起源説」に基づき、そうした地質条件下には油田は存在しないと判断され、油田発見の機会を逸していたに違いない。

石油の起源に関する論文は、石油鉱業が急速に活発化した 1865 年頃より現れ始めた。まず 1866 年に、海藻や植物プランクトンを起源とする「海生植物起源説」が現れた。そして石油の起源は海生植物であり、石炭の起源は陸生植物であると考えられた。「有機起源説」の始まりである。一方、1866 年には M. ベルテロー (フランス) の「カーバイド説 (無機起源)」が発表された。続いて 1877 年にはメンデレーエフ (周期律表で著名なロシアの化学者) が「石油の無機起源説」を論文として発表した。このように、石油の起源を堆積岩中の動植物に求める「有機起源説」(図 2 参照) と、地球深部の無機的な生成を求める「無機起源説」(図 3 参照) は、ほぼ同時期に現れ、両説の論争が始まった。その後、科学の進歩と共に新たなデータが追加され、修正されながら、現在でもその対立が続いているのである。

「有機起源説」を軸とする学説は、その後、G. クレーメル「石油の湖生海生珪藻起源説」(1899 年)、H. ポトニー「石油の腐泥起源説」(1905 年)、L. ダルトンの「石油の腐泥起源説」(1909 年)、D. ホワイト「有機続成作用起源説」(1918 年)、C. エングラー「石油の腐泥起源説の改良版」(1921 年) が提唱された。1940 年代には堆積物中から液体炭化水素の抽出に成功する例が増え、生物によって生成された炭化水素が世界の石油を量的に十分まかなうことができると主張する学者も現れた。J.M. ハントは、C-H-O 三角ダイアグラムによるケロジェンの 3 型分類を発表し (1958 年)、そして B.P. ティソットは、石炭岩石学のファン・クレベンダイアグラム (H/C 対 O/C) でケロジェンを分類し (1974 年)、「石油の続成作用後期成因説 (ケロジェン説)」として結実させた (氏家 1989「石油地質学概論」東海大学出版会、田口 1993「石油はどうしてできたか」青木書店)。

一方、「無機起源説」を軸とする学説も、N.V. ソコロフ「石油の宇宙起源説」(1890 年) や、A. ブルンの「石油の火山成因説」、E. オルドネスと A. ブルンの「石油の火山成因説」、F. フィッシャーと H. トロプッシュによる「石油の無機生成実験の成功」(1920 年)、F. ホイル「石油の無機起源説」(1957 年)、N.A. クズリャツェフ「無機起源説による油ガス層の壟重現象」(1959 年)、

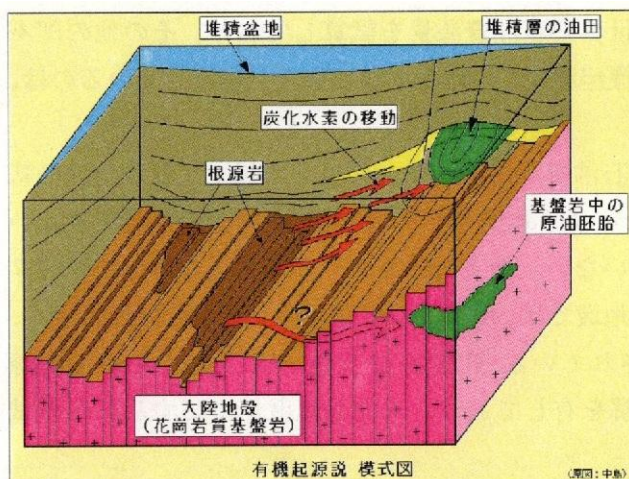


図2 油田形成の概念図 <有機起源説>

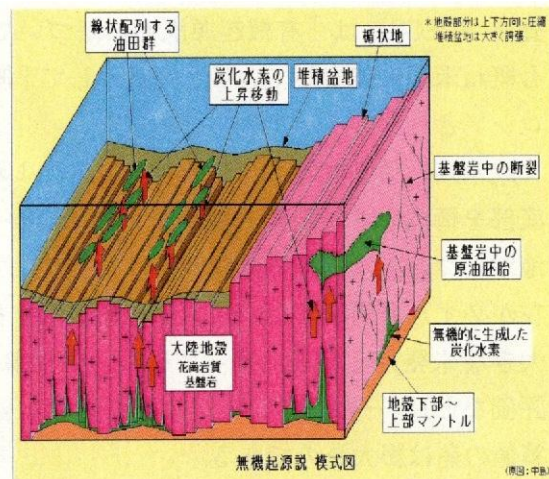


図3 油田形成の概念図 <無機起源説>

(出所: 各種資料より筆者作図)

H.C. ユーレイの「太陽系の石油（無機起源説）」、S.R. ロビンソンの「石油の二元起源説」（1965年）、V.B. ポルフィレフの「石油の無機起源」（1974年）、A.I. クラツォフの「石油の合成実験」（1975年）、P.N. クロボトキンと B.M. バルヤエフの「高圧ガスの急速上昇と石油鉱床形成」（1976年）、A.I. クラフトソフの「ダイヤモンド鉱山における炭化水素」（1976年）、フィリッピーの「光学的不活性な油田の発見」（1977年）、H. 脇田の「グリーンタフ中の無機起源天然ガス」（1983年）、T. ゴールドの「地球深層ガス説」（1987年）などと続いた（T. ゴールド 1987「地球深層ガス（脇田訳 1988）」、田口 1993）。

このように、両説の論争は続いてきたものの、現在、世界の石油産業においては、欧米で唱えられてきた「有機起源説」が主流の学説として定着している。従って、石油探鉱においては、原油と根源岩の対比や、根源岩相当層の地化学的な分析、地層の対比などに始まり、それらを基に探鉱対象地域における石油の生成場所や生成時代を推定し、石油の移動経路や移動タイミングについて「有機起源説」に基づいて矛盾のないストーリーを組み立てることが、地質担当者の主要な作業となっている。

実際の探鉱現場のみならず、未探鉱地域における石油資源量のポテンシャル評価も、「有機起源説」に基づいて評価される。「有機起源説」では、有機物を含む地層が厚く広大に堆積した地域（堆積盆地）が探鉱の対象であり、堆積盆地毎に石油資源の残存ポテンシャルが評価されている。特に未発見埋蔵量の規模については、対象地域における既知根源岩の規模や、根源岩を分析して得た原油排出能力データなどを基に、確率的手法を用いて未発見埋蔵量を試算していく。すなわち、堆積盆地でどれだけの根源岩を想定するかが、試算の決め手となっている。

一方、旧ソ連を中心に唱えられてきた「無機起源説」は、現在「異端説」として扱われており、石油企業間における話題や、石油関連学会で取り上げられることは珍しい。世界最大の地質学会であり、世界の石油業界を牽引してきた米国石油地質家協会（AAPG）では、「無機起源説」に立脚する論文は受理されない。現在もなお、「無機起源説」を信奉する研究者や探鉱地質家が世界各地に存在するが、「無機派」の立場を表明することは、職位剥奪などの危険性に晒されることから、無機起源説が公の場で語られることは少ない。また石油資源は国の重要な戦略物質であり、石油の起源に関する学説には国家政府も関与している。例えば、米国の地質調

査所（USGS）は「有機起源説」に基づいて世界の石油資源量を試算しており、その他の国々も概ね米国に準拠している。国家として「無機起源説」の存在を現在もなお容認しているのは、ロシアとウクライナくらいであろう。

欧米系の調査機関やコンサルタントによる石油資源量評価においても同様で、堆積盆地の基底部を構成する結晶質基盤岩や、火成岩が分布する地域など、「有機起源説」で説明できない地域については、未発見埋蔵量に計上されていない。例えば、東シベリア地域など根源岩の存在が必ずしも明確でない結晶質基盤岩の分布地域では、現在までの発見埋蔵量がほぼ最大限で、大きな未発見埋蔵量は残っていないと試算されている（USGS が 2000 年に実施した石油資源評価など）。一方、ロシア側は全く異なる見解を有しており、未発見埋蔵量に関する両者の試算値の差は膨大なのである。

3. 有機起源説の根拠とその反証

3.1. 堆積層中の原油分布

「有機起源説」の根拠として、これまでに発見された油田の 99% が堆積盆地に存在することが揚げられるが、それは単に、専ら堆積盆地内で探鉱されてきたからに他ならない。また、多くの油田は中生代（2 億 4,800 万年前～）から新生代（6,500 万年前～現世）の地層を油層とする一方、古生代（5 億 4,300 万年前～）や先カンブリア紀（地球創生～5 億 4,300 万年前）などの古い地層を油層とする油田は少ない。この理由は、「有機起源説」における“石油窓（Oil Window）”の考え方が影響しているためである。「有機起源説」では、原油を生成するに相応しい温度範囲（66～150℃、oil window と呼ぶ）があり、根源岩は“石油窓”の環境下に置かれた地質時代に原油を生成し、それ以上の高温では過熟成となって原油を生成しないと考えられており、5,000m 以上の地下深部には油田が形成されないと言われてきた。そのため、多くの坑井が古生層まで達していないのである。

しかし、アゼルバイジャンでは深度 5,755m から、コーカサス地方では 5,800m から商業量の原油生産を得ている（OGJ、2004 年 7 月）。また最近では、米国メキシコ湾で深度 8,700m から油ガスを産出した例（OGJ、2005 年 5 月）や、深度 7,900m の深度から日量 2 万 5 千バレルの原油産出が確認された例（Oil Daily、8 月）があり、油田成立の限界深度 5,000m 説は、もはや正しいとは言えない。

また「有機起源説」に基づく限り、堆積盆地の基盤を構成する火成岩（マグマが固まった岩石）や変成岩（地下の高温高圧下で変成を受けた岩石）から成る先カンブリア紀の結晶質基盤岩まで坑井を掘り進めることは、無駄な行為であった。従って、先カンブリア紀まで掘削した例は限られており、発見油田の数も少ないのである。実際には、後述するように、火成岩や変成岩に原油を胚胎する“基盤岩油田”は、世界中で発見されており、その数も 450 以上に及ぶが、そのような事例は例外として扱われ、先カンブリア紀の結晶質基盤岩を狙った探鉱はほとんど行われて来なかったのである。

（次号へつづく）

さて、いかがでしたか？この後「無機起源説」はどのように展開されていくのでしょうか。あなたは、「有機起源説」と「無機起源説」どちらを支持しますか？

次号も熟読してみて、ゆっくりと考えてみましょう。それでは、お楽しみに！

■ 今年は台風も少なくほっとしておりますが、地球の裏側では度重なるハリケーンが猛威をふるいました。多くの犠牲者の方のご冥福をお祈りしたいと思います。

さて、収穫の秋はお忙しいことと思いますが、次は巡検です。今からしっかりと日程調整をしていただいて、12月11日はご参加くださいますよう、よろしくおねがいします。

■ 本会会員の皆さまにご協力をお願いします。会報紙面が多様で多くの会員の方に愛されますように願って、編集させていただいておりますが、より多くのニーズに応えていくためにも会報に対する皆さまのご意見・ご要望をお聞かせいただければと思います。総会・講演会・巡検等に参加なさった会員さんは、是非、学習成果やご感想をお寄せください。一言、数行から受け付けております。また、お手元の研究資料等をあたためていらっしゃる方も、よろしくお願いします。お寄せいただいた原稿は次号以降の会報に掲載させていただきたいと思います。

■ 編集のお手伝いをしていただけの方も募集中です。

■ 会員の方で mail address をお持ちの方は、上までご住所・電話番号・お名前を添えてメールください。臨時的な地学関係のお知らせ（高知大学の講演・巡検）等情報をお送りできることがありますし、緊急なお知らせや、普段の交流などに使用できることがあるかと思っておりますので、よろしくお願いいたします。

■ 本号は、16年度会員および、17年度会員の方に送らせていただきます。会費をお忘れの方は、16年度・17年度分ともに納入ください。また、その際、通信欄に何年度分なのかをご記入願います。会費の納入が確認できました方には、領収書を同封しております。ご不明な点はお問い合わせください。

☆ ただいま、平成17年度会員の申し込みを受け付けています。会費を郵便局でお振り込みください。前回の会報に同封してお送りしております払込取扱票（青色）をご利用ください。

口座番号	01660=8=28804	加入者名	高知地学研究会
賛助会員:	一口5,000円	正会員:	2,000円
		大学生院生会員:	1,000円
		中学高校生会員:	800円
		小学生会員:	500円

■ 17年度会員数(2005年10月1日現在)

賛助会員	正会員	大学生院生会員	中高生会員	小学生会員	名誉会員	合計
2	46	4	1	0	2	55

発行：高知地学研究会

(川澤啓三・森岡美和)

