

阿久根沖積平野の形成史，特に隔岡塩田の成因と黒神岩に関して －阿久根市周辺の自然・人工環境報告 その5－

太田 俊之* ・ 尾塚 禎久** ・ 満塩 大洸***

Formation history of Akune Alluvial plain, northwestern Kagoshima Prefecture, with reference to origin of ancient Okagoshi salt-field and Kurokami-iwa limestone
--Natural and Artificial Environment Reports by Akune City Education Board, part 5--

Toshiyuki OHTA* , Yoshihisa ODUKA** and Taikou MITUSIO***

1. はじめに

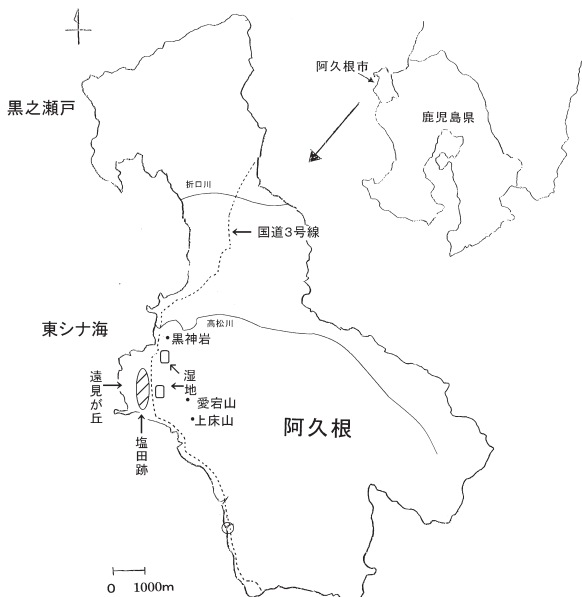


図1 阿久根市の調査位置図

阿久根市の西方には広大な東シナ海があり，また，その北西方には日本三大急潮流海峡の一つである黒之瀬戸がある（図1）。そして，この陸域では二級河川の高松川と大橋川が蛇行を繰り返しつつ，阿久根港付近ではほぼ直行してこの海に流入している。この川の左（南）岸には番所丘公園として利用されている，遠見が丘と呼ばれる丘陵があって，この丘陵を構成する古第三系の堆積岩類と火山性堆積岩類，および，先段丘と高位段丘とを構成する阿久根層と東牧内層とが，海と陸とを隔絶して阿久根市の沖積

平野が存在している。

なお，左岸側は旧高松川・旧大橋川の「攻撃面」であり，右岸側は「堆積面」で平野が発達している。この沖積平野を形成している完新世（沖積世）の地層は高松川層であり，この付近のかなり広大な沖積平坦面の阿久根沖積平野を構成している（満塩・五十嵐，1997）。

さらに，この高松川に流入する小さな大橋川流域には古環境を解明する重要な手がかりを残している。すなわち，後述するように，鹿児島県の天然記念物に指定されている「ハマジンチョウ」がみられ，これはいわゆるマングローブ周辺林あるいは半マングローブと呼ばれる汽水域（海水と淡水との混合域）に生育する特徴的な植物である（写真1）。また，大



写真1 ハマジンチョウの生育状況

橋川の上流域では，株式会社スターゼンの阿久根工場付近に湿地が残っている。さらに高松川流域でも，阿久根中学校付近などに湿地が見られる（写真2）。

*（財団法人）阿久根市美しい海のまちづくり公社

** 阿久根市教育委員会生涯学習課

*** 阿久根市教育委員・生涯学習アドバイザー・高知大学名誉教授



写真2 航空写真による状況，特に湿地の位置
斜線の範囲が湿地
Or：大橋川 h：ハマジンチョウ公園
k：黒神岩

一方，阿久根市の七不思議の一つである「隔岡（おかごし）の塩田」と呼ばれた，かつて海塩を作っていた平坦な場所（写真3）が存在していたが，現在



写真3 阿久根平野の旧塩田跡（斜線の範囲が旧塩田）

は市役所や消防署などの建築物が多く作られ，都市化が進んで貴重な塩田は見られない。

しかし，第2次大戦の際に，米軍による空爆を受けた際の写真が，南日本新聞社によって報道されている（2010）。これは戦時中の貴重な環境の記録の一部である（写真4）。

この「旧塩田」とは後述するように，阿久根市の西部に広がっていた陸地の一部であり，写真3では斜線で示している。ここでは，かつて塩分が土中から浸み出して，良質の塩が生産されていたとの記録



写真4 第二次大戦中の米軍空襲写真による古海岸の状況（南日本新聞，2010）
これは旧・大橋川の左（西）岸側の河口部だと考えられる

がある。しかし，名残として現在は，塩釜神社の小さな社が建てられているに過ぎない。

さらに，高松川の左岸側では，同じく七不思議の一つである「黒神岩」があり，これは秩父累帯南帯，三宝山帯の石灰岩のブロックである。これにも太古の海水準面を記録する海産の貝類が見られたということである。現在ではこれは見られないが，岩の割れ目には，約1cmの円礫が見られ，後述する縄文海進時代の高海水準面を示している。

そこで，本報告書では周辺の地形との関連付けを行ないつつ，「隔岡の塩田」がどのように形成されていたかについて考察し，また，「黒神岩」が現在の位置に存在する理由についても考察してまとめたものである。これらの成因および付近の地形や環境の変化に関して，古海水準面の変動との関連も含めて，阿久根市教育委員会の自然・人工環境報告その5として，ここに報告するものである。

2. 調査地域の概要

本調査地域は阿久根市の西部に位置し，西側には遠見が丘の丘陵を隔てて東シナ海となる。丘（＝岡）を隔てていたことより，「隔岡（おかごし）」と呼ばれていたのである。ここでは前述のように海塩を製造していた事実が残っている。写真3のように，付近一帯に広い平野が広がり，その一部には塩田が見られ，塩を製造していたのである。

さらに，この平野の東側には愛宕山・上床山のような標高200m～300m程度の山があり，西側の遠

見が丘とによって平面的にVの字状に囲まれている。そして、前述のように、国道3号線を隔てた東側には、湿地が現在でも局部的に広がっている。さらに、この湿地の北側には、沖積面との比高度差が約1mで、東から西側に舌状に延びている葦野（へこの）層の低位段丘面が見られる。

一方、「黒神岩」は塩田跡より約1km北方で、高松川河口より約600mの上流地域付近に存在しているが、これらの岩は黒色塊状の石灰岩である（写真5）。



写真5 黒神石灰岩のブロック状の露頭

この岩の存在する一帯では毎年、米の収穫に恵まれていたために、土地の人々がこの黒い岩を豊穡の神“大黒様”にちなんで「黒神岩」と称して祀ってきた経緯があると、郷土誌「阿久根のむかしばなし」に記されている。

さらに、付近の山際には数か所に「湿地」がみられる。

筆者の一人、満塩が四国全体や北部・中部九州などにおいて調査研究してきた諸事実(満塩, 2000など)と対比して、この阿久根平野付近の形成史について考察し、これらの成因を解明した結果について述べる。

一方、沖積層(完新統)の高松川層に関しては、阿久根市役所付近のボーリングのデータによると約15mまで掘削されており、厚さ数mの表土以深では砂礫層に貝殻片や腐植物を含んでいる。

(1) 隔岡(おかごし)塩田

過去の塩田地帯では図1のように、西側に遠見が丘の丘陵がそびえている。しかし、これはその距離が南北に2km程度の細長い丘陵であり、北端は阿久根港(高松川河口)に面している。そのため、海水準面が上昇すれば海水が遠見が丘のすそ伝いに南方へ流入し、海拔の低い地域は一面、浅海となる。そうなれば当然、写真3に見られるように、塩水及び

塩分は、のちに塩田跡となる地表から地中へと浸透していく。

これは有益な現象として「塩」を作れるが、逆に有害な現象として植物に「塩害」を起こすものである。この一例をアルゼンチンの台地において、満塩は1975年に観察した。当地では植物に対する「塩害」をみるために、アルファルファを植えて、それが成長する場所は、他の植物も生育状態が良く、逆に「塩害」のある所では、アルファルファは成長しないという特性を利用した見事な土地管理がなされている。

この「隔岡の塩田」の起源は300年以上前に遡り、明治43年専売法で塩田が廃止されるまでは塩作りが盛んに行われていた。また、太平洋戦争後の約十年間も、大小の塩母屋(塩たき小屋)が軒を並べて製塩が盛んであった(阿久根市郷土誌編集委員会, 1980)。

なお、塩田とは直接の関係はないが、付近には塩湯温泉も多数存在している。これらの温泉に関しては既に詳しく述べている(Mitusio, 1996)。さらに、その後の成果についても報告している。

(2) 黒神岩(くろかみいわ)

黒神岩の石灰岩岩塊は現在の海岸線より離れた場所に存在しながらも、その表面に貝殻の付着が見られたとのことで、阿久根市の七不思議の一つとなっている(写真5)。現在では、この貝類の発見は困難であるが、石灰岩の割れ目に、直径約1cmの円礫が挟まったのが観察される。この円礫も縄文海進時の海岸線付近に見られる、ビーチ・グラベル(海浜礫)と酷似している。

これらの現象から黒神岩の存在に関して考察する場合、次の二つの点が考えられる。

まずは、海岸線にあった黒神岩が自然現象もしくは人工的な移動によって、現在の位置に存在するに至ったと考える場合であるが、この意見を成立させるには根拠に乏しい。もし、黒神岩を現在の位置まで移動させるだけの自然現象が発生したと仮定するならば、当然現地周辺にも何らかの痕跡が遺っているはずである。しかし、現在そのような痕跡は皆無である。

一方、人々がこの黒い岩を海岸線から現在の土地に運び込んだとする説はあり得ない話ではない。しかし、そのような史実は残されていない。より遡った時代に人工的に移動したものであると考えるならば、縄文海進時の技術ではまずあり得ないし、移動する必要性にも疑問の念を抱かざるを得ないとの見解に達する。

そうすれば、やはり黒神岩周辺も海であったと考えるのが最も妥当な見解であり、隔岡の塩田形成と同時期の海進・海退によって現在見られるように、陸地へと変化していったとの結論に至る。

なお、遠見が丘に“グランビュウ・あくね”というホテルがあるが、この付近にも塊状の石灰岩が数個点在している。これらをホテルの建設時期に、人工的に運んだとの記録はない。これらの石灰岩類も秩父累帯南帯の三宝山帯に見られる岩石であるから、黒神岩と同一の物と考えられる。

もっとも、これらの両者の存在する高度差は大きい。桑水流(2003・2004)の研究により、阿久根市五色浜や牛ノ浜に見られる古第三紀の「複合岩類(チャート・石灰岩・砂岩泥互層類)」三宝山帯の産物であることは明らかである。故に、「黒神岩」と「遠見が丘の石灰岩」は、その後の大きな地殻変動によって、両者の分布に高度差が生じたと考えられるべきであろう。いずれにしても、これらの石灰岩類の詳細な岩石学的記載が今後望まれる。

なお、全国的にみると高知市の高知城北端にも三宝山帯の特異な石灰岩礫を含む礫岩が見られる。これも波留地域の黒神岩石灰岩と同一の産状で、孤立した一個の塊状岩となっており、高知市の天然記念物に指定されている。

(3) 波留(はる)貝塚

前述の黒神岩周辺では、縄文海進時代は海であったと判断されるもう一つの根拠として、波留貝塚の存在が挙げられる。この貝塚は1974年に、阿久根市波留の民家の庭から縄文土器の破片や磨製石器、および、多数の貝殻が発見されたことによって確認された(阿久根市, 1980)。

貝塚は縄文時代の人々が利用していたとされる、住居近くのゴミ捨て場の一種とされ、当時の生活状況やその食生活などを解明する重要な鍵となっている。これらの貝類は、バイガイ・レイシ・ニシなどの巻貝類やサルボウガイ・ハマグリなどの2枚貝類などの比較的浅い海に棲む種類である。

この民家と黒神岩との距離は約70mであり、貝塚が当時の海岸線沿いにあったと考えれば、当然ながら、黒神岩も海岸線沿いにあったと言える。

また、その地名である波留(はる=なみどめ)からも黒神岩付近が、縄文時代の旧海岸線であったと考えられる。なお、これらの考古学的遺跡については別に述べる予定である。

(4) 低湿地

この阿久根平野縁辺部の段丘の周辺には「低湿地」が観察される(写真2)。

最大のものは阿久根中学校の西方に見られる。また、大橋川上流域の国道3号線沿いでは、このような「湿地」がスターゼンの建物付近に残っている。その他には小規模のものが山間の小さな谷間に点在している。

これらの中で、特記すべきものとして前述した鹿児島県の天然記念物に指定されている「ハマジンチョウ」が約50本ほど群生している。これはマングローブ周辺林の構成種であり、このような北方に自生しているには珍しい植物である。しかも、この植物は海水と淡水との混合域の「汽水, brackish」と呼ばれる水域に存在している。また、その周りはヨシも茂っている(写真1)。この付近は公園として整備されていて、鳥越古墳が移設されている。公園にある池の底には汽水棲のウミナガが群生している。また、アカテガニの巣穴も観察される。これは満塩(2003など)の定義する「流出・流入」タイプの池であって、満水の時期に水の出入があるが、干水時には水流は停滞している。これが海岸部から約300mも離れた場所にあり、ここにも海水の影響があることは明らかである。

3. 考察

(1) 海進と海退

海進 transgression とは字の通り、海面(=海水準面)が現在のレベルより上昇し、海水が現在の陸地より奥にまで進出した状況のことである。逆に海退 regression とは海水準面が下降し、陸地が現在より海側に突出して、陸域が拡大した状況を意味する。これらの原因としては、気温の変動によって、アルプスやヒマラヤなどの山岳氷河や北極・南極の両極の氷床の推移によるとされている。たとえば、氷河期であれば、気候の寒冷化によって両極の氷床や山岳氷河が発達し、海水準面が低下する。反対に、間氷期であれば温暖化して、海水準面は上昇する。これは氷河性海水準変動 glacial eustacy と呼ばれている。また、地盤の緩慢な隆起・沈降は地盤変動 epigenesis と呼ばれている。さらに地震や津波、あるいは高潮などによる短期間での急激な海水準面の変動もある。これらの諸現象を総合して、海水準面の過去の位置の「古環境や古海岸線」などが推定されるのである。

これらの海進・海退の日本での最近の一例としては、約12.5万年前に、横浜市の下末吉地域にちなんで命名された「下末吉海進」と称される大規模な海

水準変動が挙げられる。当時は現在の関東平野がほとんど水没していたと考えられ、海水面は約30～40mも上昇していたと推測される。また、満塩(2000)は四国の第四系を総括するなかで、古土佐湾海進を定義し、鹿島ほか(1991)は四国・九州間の豊後水道を挟む両地域に海成層を総括して、古豊後水道海進を定義した。この当時は後述の縄文海進時よりもさらに温暖な気候であったとされ、阿久根市付近では中位段丘海成層の多田層が形成されている(満塩・五十嵐, 1997)。さらに、大木ほか(2000・2001)によって、多田層から産出された暖地性の貝化石からも当時の温暖な気候が伺える。なお、Mitusio and Ohta(1992)も、全ての第四系がそろっており、豊後水道の成因を考える上でも重要となっている、四国西部の宇和島付近の第四紀地質を明らかにして、古環境の変動を述べている。

その後、約1.9万年前のウルム最終氷期では、海水準面は大きく後退(海退)し、世界的にも広大な海底平坦面の大陸棚が形成されている。それ以降は、縄文時代(約7千年前)に海水準が上昇して「縄文海進」と呼ばれ、弥生時代(約3千年前)には「弥生海退」によって現在の陸域・海域に見られる現在の海岸線がほぼ完成した。

これらの現象については報告書その2(満塩・太田,

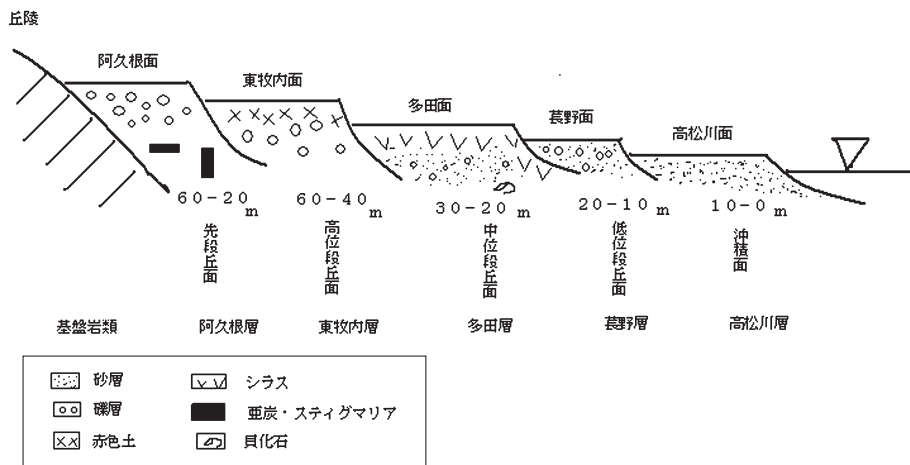


図2 阿久根市周辺の段丘区分概念図(満塩・太田, 2010)

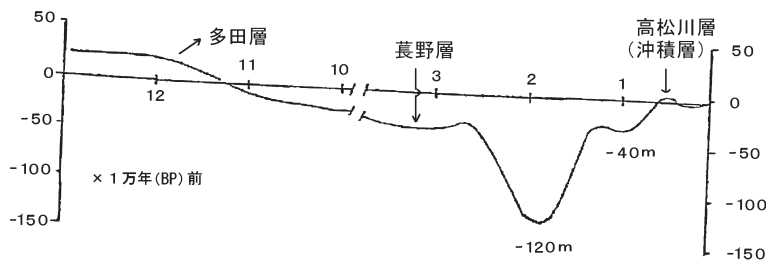


図3 後期第四紀における海水準面の変動図(満塩・太田, 2010)

2010)でも述べているが、阿久根地域の海岸地形の発達に関して大きな影響を及ぼした事は明らかである。

ここで、阿久根地域の陸上における段丘区分概念図を図2に示している(満塩・太田, 2010)。またこれらによって、後期更新世(洪積世)以降の海水準変動を報告し図3に総括している。

(2) 当調査地域との関連

以上の諸事実によって、「隔岡の塩田」や「黒神岩」石灰岩にみられる海浜礫、さらには、「湿地」がどのようにして形成されたのか、その成因は後述するように、海進・海退の現象を考慮すれば推察できる。

まず、「隔岡の塩田」の成因に関しては、暖かい時代の間氷期の海水準面上昇によって、海水が遠見が丘のすそ伝いに南方へ流入し、海拔の低い地域は一面、浅海となった。

次に、海進によって上昇した海水準が、その後の海退で下降していくと、浅海であった場所は陸地となっていく。

このとき、仮に隔岡の塩田の成因が「下末吉海進」によるものであるとすれば、塩田付近に多田層もしくは多田層相当層と判断される地層が存在しているはずである。しかし、付近にはそれらの地層が全く

存在しない。また立体航空(3D)写真による陸上地形区分から判断すれば、標高差がほとんどないことから、塩田地帯は高松川下流域の高松川層(沖積層=約1万年前～現在)の形成時代に相当すると考えられる。

さらに、「黒神岩」にかつて見られたという海産の貝殻や海浜礫の例を検討すれば、やはり、ここでも高い海水準の海進時の海、つまり、縄文海進に起因するのである。

また、氷期の海退時には海水準面は低下していくが、これが弥生の海退である。海退が起こっていくと、当時の海水は取り残されて、汽水となるのである。この例としては、かつて筆者等が報告した「河口閉塞された尻無川」や、薩摩川内市の上甕島北東岸の汽水湖などにも見られる。一方、高知県下では、土佐市宇佐の「蟹ガ池」などにも孤立した汽水池が見られる。これらが弥生海退時の貴重な証拠である。

なお、当調査地域での沖積層（完新統）のデータはまだ不十分であり、沖積層の基底部のピート（腐植物）や基底礫層には到達していない。しかし、阿久根市役所北方の港橋付近のボーリングのデータによれば、10数m深度の地層から貝殻片が多産しており、海産の貝化石類から海成層であることは明らかである。一方、黒神岩付近では地下に約10mのシラス（入戸火砕流堆積物）が見られ、近くの地表上にも存在している（満塩・五十嵐，1997）ことも判明している。

なお、鹿児島県全般の沖積層（完新統）は、地質図編集委員会（2000）によって、a）沖積層・海浜砂層、b）離水サンゴ礁、c）砂丘砂層、d）燃島貝層の4種類に総括されている。

さて、一般的には完新世（沖積世）の諸特徴は、図4のように表される（満塩・加賀美，1992；満塩，1996・2001；満塩・出原，2000など）。これは、中村（1987）による花粉化石類からのL-RⅢまでの区分と沖積層の岩相区分（満塩，1998・小椋ほか，1988）から細かに検討・区分されたものである。

年	時	代	岩	相	環	境	気	候
1500	完	後	RⅢb	上	砂	淡	や	や
			部	水				
4000	新	中	RⅢa	粗	礫	半	冷	(南温帯)
			粒	鹹				
6300	新	中	RⅡ	下	泥	海	暖	(南温帯)
				部		成		
8000	新	期	RⅠ	細	泥	海	成	冷
				粒				
10000	世	前	最粗	砂	礫	半	鹹	性
				下				
10000	更	後	L	粗	砂	半	鹹	性
				期				
				相	礫			水

図4 完新世（沖積世）における古環境の特性（満塩・出原，2000より改作）



図5 阿久根市での完新世（沖積世）における縄文海進時の古地理図（阿久根市図書館製より改作）

現在、阿久根市郷土資料館には阿久根市の過去の古地理に関する貴重な資料が遺されている（図5）。

この図によれば、当時の阿久根市では中心部はほとんど大部分が内湾となっており、「黒神岩」はまさに波打ち際（=波留）に存在していたとされている。この資料もこれまで述べてきた事象に基づいて作成されたもので、これまでに述べてきた諸事実と矛盾していない。

以上のように、時間経過による、縄文海進と弥生海退の旧海岸線、つまり、古地理の変化は、当調査域の古環境を考察するのに適している。何故なら、これらの現象は世界的な規模のものである。それに加えて、その地域独特の地盤の上下運動も加わり、その地域の特徴が分かるからである。

一方で、隔岡の塩田がその一部分すら残されていないように、これらの貴重な文化遺産が近年の開発事業の名のもとに簡単に破壊されていることは極めて遺憾である。

確かに、過去のあらゆる産物を全く手つかずに保存していく事には多大な努力を要する。しかし、現代を生きる我々にとっては、これらの貴重な財産を後世に遺して伝えていく責任がある事も否定できない。

故に、地域周辺の発展や開発との調和を保ちつつ、これらの「自然」という名の、過去からの大きな財産を最大限に活かし、後世に遺していきたいものである。

4. おわりに

以上によって、阿久根市西部の高松川層が形成する阿久根沖積平野の形成史が明らかにされた。これは気候の変動によって、縄文海進と弥生海退による

海水準面の上下による変動によって形成されたのである。すなわち、縄文海進により当時の海水面が上昇して、「隔岡の塩田」や波留貝塚が形成されたのである。また、「黒神岩」の塊状石灰岩に付着していたとされる貝殻類や岩に挟まった円礫も、その海進の証拠の一つである。

一方、弥生海退という現象は全国的には約-5mの海水準面の低下の現象であるが、これは現在ではスターゼン付近や阿久根中学校の前などに湿地という形で局部的に見られる。

今後の海水準面はどのようなであろうか？人間の過激な生産活動は自然界に働きかけ過ぎて、いわゆる「温室効果ガスによる地球温暖化」が問題視されている。しかも、約1.9万年前の大陸棚形成時の最終水期、

ウルム水期以降では、小海進・小海退を繰り返しつつ「海水準面」は徐々に上昇し続けている。このスピードが約120m/2万年という点に注目すると、0.6cm/年の上昇となる。この数値は尋常ではない。これには、地上の諸問題のみならず宇宙的規模の事象も関わっていると考えざるを得ない。よって今後とも細心の注意で、海水準面の変動を見守る必要がある。

5. 謝 辞

資料収集および報告書執筆に際し、牧尾英二氏（阿久根市在住）、高橋宜宏氏（大分県宇佐市在住）、また阿久根市役所水産商工観光課および阿久根市立図書館・郷土資料館のスタッフの皆様にご協力をいただいた。この場を借りて深く感謝の意を表す。

引 用 文 献

- 阿久根市郷土誌編集委員会, 1980, 阿久根のむかしばなし. 324p.
- 鹿児島県地質図編集委員会, 1990, 鹿児島県の地質および説明書. 116p.
- 鹿島愛彦・袋瀬六松・満塩大洗, 1991, 四国西部の環境地質学的研究, その5, -愛媛県南予地方三崎町付近の後期第四系-. 愛大紀要, 11, no.4, p.55-61.
- 桑水流淳二, 2003, 鹿児島県阿久根市牛ノ浜海岸の先古第三系から産出した放散虫化石. 鹿児島県 博物館報, 22, p.100-109.
- 桑水流淳二, 2004, 鹿児島県阿久根市五色浜海岸の先古第三系から産出した放散虫化石. 鹿児島県 博物館報, 23, p.42-54.
- 南日本新聞, 2010, 5月16日付紙面
- Mitusio. T. and Ohta, T., 1992, Quaternary System near Tsushima Town, Nan-yo District, Ehime Prefecture, Shikoku. Mem. Fac. Sci., Kochi Univ., Ser. E, Geology, 13, p.1-10.
- 満塩大洗・加賀美英雄, 1992, 四国の第四系. 第四紀研究, 31, no.5, 297-311.
- Mitusio. T., 1996; Interaction between Lithosphere and Hydrosphere, part 13- Preliminary report on exploration of a new hot spring in Akune City, northwestern part of Kagoshima Prefecture-, Mem. Fac. Sci., Kochi Univ. Ser. E, Geology, 17, 33-43
- 満塩大洗, 1996; 高知県香長平野における環境変遷~特に物部川流域の第四系に関連して~. 高知大教育特研報告, 21-39
- 満塩大洗・五十嵐高雲, 1997; 鹿児島県阿久根市北方第四系. 高大学研報, 46, 79-90
- 満塩大洗, 1998, 完新世(沖積世)における高知県の環境変化-高知県の完新統(沖積層). 高知大学研告, 47, 33-48
- Mitusio. T., Park. C. and Nishiyama. K., 1999, Quaternary Geology around the Izumi plain, northwestern part of Kagoshima Prefecture. Res Rep., Kochi Univ. 48, 65-85
- 満塩大洗・出原恵三, 2000, 高知県における後期更新世・完新世の環境変化-第四紀地質学的及び考古学的成果から-. 高知大学研告, 49, 67-110
- 満塩大洗, 2000, 続成学の序論としての風化変質作用-水圏・岩石圏の地球科学的及び水熱処理実験から-. 高大学水熱実験所報告, 9(2), 7-77
- 満塩大洗, 2001, 高知県における第四紀の環境変化. くろしお(高知大学黒潮圏研究所報, 特別(11), 3-11
- 満塩大洗, 2003, 続成学-堆積岩類の水熱合成・変質実験から-. 高大学水熱実験所報告, 9(特別号), 満塩大洗教授退職記念号, 1-299
- 満塩大洗・太田俊之, 2010, 阿久根市周辺 of 自然・人工環境報告書その2-阿久根市沖の海底地形と地質-. 阿久根市教育委員会報告書, 1-12
- 中村 純, 1973, 花粉化石からみた日本の後期更新世. 第四紀研究, 12, 29-37
- 小椋正登・満塩大洗・土質工学会四国支部高知県土質工学会, 1988, 桂浜公園地質調査及び解析, 並びにその防護対策に

関する研究報告書. 1-70

大木公彦・下山正一・佐藤 亨・成尾英仁, 2000, 阿久根市から発見された第四紀海成層「多田層」の層位学的意義. 鹿児島大理学部紀要(地学・生物学), 33, p.61-68.

大木公彦・下山正一・佐藤 亨・成尾英仁, 2001, 阿久根市から発見された第四紀海成層「多田層」. 鹿児島県地学会誌, 83 p.29-36.

太田俊之・岩井洋二・満塩大洗, 2010, 阿久根市周辺の自然・人工環境報告書その3 - 尻無川の河口閉塞 -. 阿久根市教育委員会報告書, 1-8