Lake Tonle Sap

トンレサップ湖

アンコール文明をはぐくんだ湖，そしてカンボジアの命

日　時：2002年11月2日（土）13:30～16:30
会　場：金沢市立泉野図書館映像ホール
主　催：トンレサップ湖国際調査隊
後　援：金沢大学，東北大学，岩手大学，
　　カンボジア鉱工業省，ほか

《 入場無料》

一般公開講演会

トンレサップ湖

ーアンコール文明をはぐくんだ湖，そしてカンボジアの命ー

2002年11月2日：金沢市立泉野図書館

講 演 会 の 主 旨

カンボジアのトンレサップ湖は，季節によって面積が5倍にも変化するふしぎな湖として有名です．また多種多様の魚が生息するこの湖は，アンコール王朝の時代から現在にいたるまで，カンボジアにすむ人々の社会や生活を支えつづけてきました．しかし，これほど大切な存在でありながら，長年にわたる内戦やその後の混乱のためこの湖の謎はすべてが残されたままでした．この湖がいつ誕生したのか，アンコール王朝時代の湖はどのようなものだったのか，どんな生物がすんでいてどのような暮らしをしているのか・・など．ひとつひとつあげていったらきりがないほどです．

カンボジアに平和が訪れたいま，この湖の謎を解き明かすための調査ができるようになりました．湖の生い立ちをさぐる世界最初の試みであった「トンレサップ96計画」のあとをうけ，2000年から2002年にかけて日本，カンボジア，ニュージーランドの研究者が共同で行った国際学術調査「トンレサップ21計画」もそのひとつです．長い年月にわたって沈殿した堆積物をそっくり採集し，それに含まれる鉱物や化石を古いものから順に調べることで湖の誕生から現在にいたるまでの歴史をさぐろうという計画です．その結果，この湖が今から約7600年ほど前に誕生したことや，かつては小さな湖だったのが約5500年前にメコン河の水が流れ込んだために今のような巨大な湖となったこと，などがわかってきました．

この講演会ではトンレサップ湖の自然や季節によるふしぎな変化，そして湖での実際の調査のようすをまずビデオ映像でごらんにいれます．それに続いてアンコール遺跡研究の世界的権威である上智大学石澤良昭教授にアンコール文明とのかかわりという視点から湖を紹介いただきます．そして，調査隊を代表する4名がそれぞれの専門の立場の研究成果などを報告し，湖の誕生から現在にいたるまでの自然環境の変化についてとりまとめます．おわりには，さらに残された謎は何か，湖がこれからどのように変化してゆくのか，さまざまな環境の変化からこの湖を守るため何を今後なすべきか，などについて討論することで，このふしぎな湖の理解をさらに深めたいと考えています．

プ ロ グ ラ ム

アンコール・ワットとトンレサップ湖ーアンコール文明揺籃の地ー
―――――――――――― 石 澤 良 昭（上智大学外国語学部）

堆積物に湖の歴史をさぐるートンレサップ21計画の概要と成果ー
―――――――――――― 塚 脇 真 二（金沢大学自然計測応用研究センター）

花粉からさぐる植生のうつりかわり
―――――――――――― D・マイルデンホール（ニュージーランド地質原子核研究所）

カンボジアの地質学，そしてその社会への貢献
―――――――――――― S・シエン（カンボジア鉱工業エネルギー省資源局省）

粘土からさぐる湖のおいたちー5千年前の大事件
―――――――――――― 大 河 原 正 文（岩手大学工学部）

総 合 討 論：トンレサップ湖の将来ーこの湖を守るためにー
―――――――――――― 司会：塚 脇 真 二（金沢大学自然計測応用研究センター）

講演者の紹介（講演順）

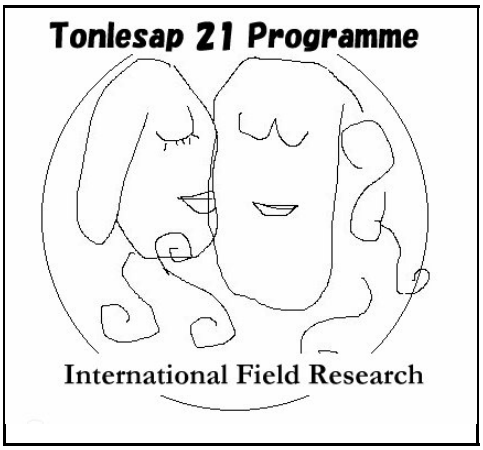
石 澤 良 昭（いしざわ よしあき） 1937年北海道生まれ．上智大学外国語学部卒業．文学博士．専攻はアンコール王朝時代の碑刻学．現在，上智大学外国語学部教授．1961年よりアンコール遺跡の研究に従事．1980年よりカンボジア人によるカンボジアのためのアンコール遺跡の保存，修復，調査・研究を掲げて人材養成を実施．上智大学アンコール遺跡国際調査団団長．主な著書－『アンコールからのメッセージ』（山川出版），『アンコール・ワットへの道』（JTB出版部），『東南アジア古代国家の成立と展開』（岩波書店），ほか多数．

塚 脇 真 二（つかわき しんじ） 1959年福岡県生まれ．東北大学大学院修了．理学博士．専攻は堆積学・海洋地質学．現在，金沢大学自然計測応用センター助教授．1992年よりトンレサップ湖の調査に従事．「トンレサップ96」および「トンレサップ21」両計画代表．アンコール遺跡整備機構研修プログラム講師．CCOP会議カンボジア王国代表委員．主な著書－『西太平洋地域の最終氷期の古地理』（共著，ユネスコ出版局），『クメール文明とトンレサップ湖』（坪井善明編，連合出版），など．

シエン・ソタム（Sieng, Sotham） 1958年カンボジア，プノンペン特別市生まれ．プノンペン大学卒業．専攻はカンボジアの地域地質学，鉱床学（とくに貴金属鉱床学），宝石学．現在，カンボジア王国鉱工業エネルギー省資源局地質部門副部長．1996年よりトンレサップ湖の調査に参加．「トンレサップ21計画」カンボジア側代表．CCOP会議カンボジア王国代表委員．主な業績－カンボジアにおける有用鉱産資源の評価と開発，カンボジアにおける金鉱床の評価と開発，など．

マイルデンホール・ダラス（Mildenhall, Dallas） 1944年ニュージーランド，ウェリントン市生まれ．ビクトリア大学大学院修了．理学博士．専攻：花粉層位学・古環境学．現在，ニュージーランド地質原子核研究所主任研究員，法地質学計画主任．元東南アジア支局長．1970年代よりスウェーデン，タイ，米国などでの調査研究に従事．1996年よりトンレサップ湖の調査に参加．主な著書－『チャタム島の白亜紀～完新世の花粉学』（ニュージーランド地質原子核研究所），ほか多数．

大 河 原 正 文（おおかわら まさふみ） 1964年山形県生まれ．北海道大学大学院修了．博士（工学）．専攻は地盤工学，粘土鉱物学．現在，岩手大学工学部助教授．1996年よりトンレサップ湖の調査に参加．主な著書－『地すべり安定解析用強度決定法』（編者：地すべり学会東北支部），『カンボジアのトンレサップ湖における粘土鉱物の組成および起源』（共著，地学雑誌），など．受賞－『地盤工学会事業企画推進賞』，『土木学会東北支部技術開発賞』など．



「トンレサップ21計画」ロゴ

”調和・協調”をテーマに東海大学に在学中の石坂和美さんに作っていただきました．

招待講演

アンコールワットとトンレサップ湖 −アンコール文明揺籃の地−

石澤良昭
上智大学外国語学部

1. カンボジアの真ん中に「海」が出現

メコン川はプノンペン近くの4本の腕平野の「K字合流点」でトンレ・サップ川を逆流させる. 通常トンレ・サップ川はトンレ・サップ湖からメコン川への排水路になっているのに, その流れが逆になるのである. 6月上旬にトンレ・サップ川は動かなくなり, 6月10日から20日頃逆流を始める. 南から北へ, プノンペンの「4本の腕」から湖へ流れ, トンレ・サップ川を通じてメコン川の流水は10月上旬まで約100日間にわたり湖に流れ込む. トンレ・サップ湖は乾季の低水位期には2300平方キロメートルほどの広さであるが, 雨季の逆流時には最大限1万平方キロにまで拡大する. 国土の真ん中に突如として海が出現するといってよい. この湖は周辺の広大な森林地帯をも取り込み, 「冠水林」をつくる. 水面から出ているのは特に高い樹木の頭の部分である. こうして雨季の終わる11月まで, カンボジア全体がどんよりした空と茶色の水に包まれる.

10月になると水位が下がりはじめる. トンレ・サップ川は北から南への通常の流れに戻る. 1年のうちで最大の祭りは「水祭り」であるが, まさに水が引いていくのを祝うのである. これで土地が農民に戻ることになる. 洪水は国土に富裕をもたらす. 軟水は魚の宝庫であり, 過剰な水は土地を肥沃にする.

2. モノ・ヒト・精神価値体系が往来した海のシルクロード

クメール人たちは最も痩せたこの大地に世界屈指の文明を打ち立てた. クメール民族は褐色の膚, はっきりした顔立ちであり, 特異なヘモグロビンEを持っている. これがいくらかマラリアを防いでいるらしい. 言語はモン＝クメール語族に属し, 単音節, 非声調で, 文法も構文も定まっていない. 数字も1から5までしかない. 東南アジアには地域特有の共通した文化がある. サロンの着用, 発酵させた魚のペースト(プラホック)と米の食用. そして何より杭の上に組み立てられた家屋, オオギヤシの樹林, これがカンボジア農村の風景である.

クメール人はインドから様々な文化要素を受容してきた. 例えばインドシナ半島の付け根の海岸部からメコン川デルタ南部一帯に, 最初のインド的枠組みを持った扶南が建設された. この国は1世紀から7世紀まで600年間存続し, 中国人はこの国を「扶南」(現地音ブナム)と呼んでいた. その港市オケオとその付近の地域では, 農耕を基盤とした自営的な場が形成されていたし, そこへ交易を通じてインド文化が伝播された. 特に灌漑方法, 宗教儀礼と王権の概念, 文字, 美術様式, 武器などが持ち込まれてきた. 例えばバラモンの執り行なう祭祀や秘儀は, 超越的な権力を求める現地の首長たちを大いに満足させた. そうした港市では, インドから持ち込まれた政治, 経済, 宗教などの外飾てきな諸要素が支配者回想を中心に受容されたが, その下では従来からの土着の基層文化が脈動しており, 諸州は互いに共存しながら混淆が進んでいた. 宗教では, ヴィシュヌとシヴァ神のヒンドゥー教, 大乗仏教の観世音菩薩, 13世紀になると上座仏教が導入された. 現在はクメール人の95%が上座仏教徒である.

3. 扶南からアンコール王朝まで―沿岸部からトンレ・サップ湖畔へ―

扶南の文化的影響は近隣諸国に及んだ. 中国人が真臘(チェンラ)と呼んだ国はラオス南部メコン川沿岸を中心地としていたが, 7世紀にこの「真臘クメール」は扶南を併合し, セン川流域のサンボール・プレイ・クック(中国名:伊奢那城, コンポン・トム州)に首都を定めた.

ジャヤヴァルマン2世(802-834)の首都「ハリハラーラヤ」は, ロリュオスに近く, 湖沼平野の北西部に位置する. インドラヴァルマン(877-889)は, 支配者としてほぼ現在のカンボジア領を統一した. インドラヴァルマンは最初の建寺王である.

ヤショヴァルマン1世(889-910)は，アンコール都城の創設者である．王はプノン・バケン小丘を中心に都城を建設する．これがアンコール都城(第一次ヤショダラプラ)である．山岳寺院が建立され，メール山(須弥山)を象徴していた．この都城は幾何学的に東西南北を基軸としており，寺院(メール山)を囲むと考えられていた．7キロ×1.88キロの巨大な人工の貯水池，いわゆる「東バライ」がこの都城に併設された．

アンコール地域は洪水にならなかった．トンレ・サップ湖岸のプノン・クロムに船着場が設けられていた．ここは湖上交通の奥まったところにある．

スールヤヴァルマン2世は，世界屈指の寺院「アンコール・ワット」の建立者である．三重に回廊をめぐらせた山岳寺院，そのピラミッド型に積み上げた頂上には見事な5基の中央祠堂が峻立していて，回廊でつながっている．アンコール・ワットはヴィシュヌ神に捧げられた．王が亡くなった時，クメール王国は，北はラオス南部から南はシャム湾まで，西はミャンマーのパガン王国から東はチャンパ王国までに拡大していた．

アンコール時代の富裕は卓越した灌漑技術にあった．しかしアンコール地方において灌漑化された土地は極めて限定されていたことに注目したい．グロリエは，その最後の著作の中で7万ヘクタール(700平方キロ)と見積もっている．

災害はマラリアだったのであろうか．灌漑水路が泥で埋まると水がよどみ，ハマダラカにとって格好の発生源を提供したのではないだろうかと考えたくなる．

王は絶対者であり，己をシヴァ神と合体化する．しかし王位継承に関しては確立された法則が存在しない．父王から直系に継承したのは稀であって，王位継承のたびにいざこざが起きていた．兄弟，異母兄弟，義兄弟，誰もが王位を狙っていた．実際には王は宗教儀礼上の承認を受けて即位するが，それにはバラモンが極めて重要な役割を果たしてきた．

4．湖上交通路を実証する事件―トンレ・サップ湖海戦―

1150年頃スールヤヴァルマン2世が亡くなると，最高王位はヤショヴァルマン2世の手に渡った．そのおおよその出現年である1150年がスールヤヴァルマン2世の没年らしい．ヤショヴァルマン2世はアンコール・ワット一帯を放棄して，現在プリヤ・カーン寺院のある用地に王宮を設置した．そして王はおそらく王宮で高官の一人の反乱に屈し，その高官はまもなくトリブヴァナーディティヤヴァルマン王の名で即位する．1165年頃のことである．

王位簒奪者トリブヴァナーディティヤヴァルマンは，アンコールで12年間統治することになるが，1177年チャンパ王ジャヤ・インドラヴァルマン4世がアンコールを急襲する．おそらく自国領へのクメール人たちの大々的な侵入に触発されたのであろう．漢籍史料によると，チャム人たちは水路アンコールへ向かった．メコン川本流からトンレ・サップ川へ，そしてトンレ・サップ湖へ，それは中国人水先案内人に助けられた．しかし，別の軍隊が山を越え進軍したと分かっている．ジャヤ・インドラヴァルマン4世の攻撃でアンコールは陥落した．

バイヨン寺院南回廊において彫工たちはクメールとチャムが対決した大海戦の場面を再現した．誰もがそこに戦いの様子を確認できる．最後の戦場は王宮だったらしい．ジャヤヴァルマン7世の碑文には，血の海であったと綴られている．ジャヤ・インドラヴァルマンはここで命を落とした．

碑文にもジャヤヴァルマン7世は「数多くの日傘の陰にあった」と明示されている．日傘は王たちのことであり，国内平定はおそらくそれほど容易なことではなかった．実際には1181年，チャンパ王の襲撃から4年たって，ようやくジャヤヴァルマン7世の最高王位就任が執り行なわれた．

他方で王の慈善事業，とりわけ施療院建設がこの王の評価を高め，臣民の面倒を見ることに全力を注いだ王としてあらわれる．しかしながら王の好戦的な側面を忘れてはならない．王はチャンパとの戦いで前半生を過ごし，1181年に最高王位に就くまで帝国の再統一のために数限りない遠征を指揮せねばならなかった．

5．周達観が見た13世紀末のヤショダラプラ都城(アンコール・トム)―中国からメコン川へ，そしてトンレ・サッ

プ湖へ―

『真臘風土記』の著者周達観は，元朝から派遣された使節に随行してカンボジアへ来航した．実際には1296年2月に温州を出帆し，カンボジアには7月に着き，翌年1297年6月まで約1年間首都ヤショダラプラに滞在した．その航路は南シナ海―メコン川河口―メコン川―トンレ・サップ湖，そしてプノン・クロム港であった．アンコール時代の中国人は，『真臘風土記』では次のように記されている．「唐人の水夫，彼の国にては衣裳着けず，米糧求め易く，婦女得易く，家屋備え易く，商売し易きが故に，往々にして彼の地に逃逸す．（「流寓」の条）」「彼の地に達した唐人，すべからく先ず婦人を娶る．妻とし兼ねてその商売上手を利用せんとするがためなり．（「貿易」の条）」

周達観はシャム人（タイ人）にまだ破壊されていない栄華の様子が残る王都ヤショダラプラの光景を詳しく伝えてくれている．この『真臘風土記』には，「総叙」から始まって「国主出入」まで，41項目にわたり詳報が伝えられている．中国人独特の南蛮国史観があるとはいいながら，当時のカンボジアの王権の存続から，産業，経済，軍事，村落までの詳しい見聞録である．この『真臘風土記』は，史料価値が高い．第一に，使節の随行者であるため王宮内部を除く王都と近隣のいろいろな所へ出掛け自分の足であるいて実見した記録であること，第二に，すでに家船などでこの地に来航していた中国人華僑から種々の情報を入手できたこと，第三に，カンボジア人の民家などに宿泊できたので住民が知っている情報を収集することができたことにある．

バイヨン寺院の回廊の浮き彫りには中国人が登場する．トンレ・サップ湖において船に乗り込んだ中国人の漁師たち，船長の指図で踊り出した漁師，瓶から何か飲み物を取り出している人，櫂を操る船頭，水中では雷魚のような大きな魚から小さな魚まで，鱗もはっきり描かれている．船については『真臘風土記』にも記録されている．「巨船は硬樹から板を作る．船大工は鋸を用いず，斧をもって樹を穿ち板を作る．船はまた鉄の釘を打ち，　葉をもって覆いとする．櫂を使う．船の水漏れを防ぐのに魚油と石灰を用いる･･･」．

メコン河の河川交通につながっていたトンレ・サープ湖には，当時多くの家船や川船，漁船が来航していた．浮彫りからは硬樹で造られたチャンパの戦船には，漕ぎ手と漕ぎ手の長，水先案内人，舵手，船の長，それに歩兵精鋭が乗り組んでいたことが判明している．船の舳にはガルーダ（神鷲）面が魔除けとして付けられており，船の全長は約25 mほどであった．この河川用戦船は，1段櫂座で26人の漕ぎ手が乗り組み，その速力と機動性が威力を発揮していた．船尾に操船の舵手，船首には船の長が立ち，それに14名の陸兵が槍を振りかざして即戦体制をとり，一つの戦船に総勢42人程度が乗り組んでいた．チャンパの水軍は陸上部隊と同じく半袖ジャケットに半ズボンのいでたちで，蓮花頭巾をかぶり，完全武装している．船を敵船近くに漕ぎ寄せ，両船が接触したとき陸兵が敵船に乗り込み，槍と楯を使って斬り込み，また衝角による敵船の破壊も行なわれ，勝敗を決するのであった．

6．最古のアンコール・ワットの図面は日本人が作成―17世紀もトンレ・サップ湖水上交通網が機能―

世界的文化遺産として有名なアンコール・ワット．その壁や柱の一部には17世紀前半に朱印船に乗ってここを訪れた日本人の墨書跡が14ヶ所にわたり確認できる．その墨書の中でよくしられているのは，「肥州の住人藤原朝臣森本右近太夫一房」が父儀太夫の菩提を弔い，老母の後生を祈るため，はるばる数千里の海上を渡り，寛永9（1632）年正月にトンレ・サップ湖の川船を利用してこの寺院に到来し，仏像4体を奉納した旨，12行にわたり記されている．

この時代の日本は1603年に徳川家康が江戸幕府を開き，朱印状が下付され，海外との往来が盛んであった．現在の東南アジア各地には日本人町がつくられていた．当時のカンボジアではアンコール朝の末裔チェイ・チェッタ2世（在位1618-28）がプノンペンから北へ40キロのところにウドーン王都を造営していた．岩生成一著『南洋日本人町の研究』によれば，日本人町は現在の首都プノンペンと王都への交通路にあたるトンレ・サップ川を26キロさかのぼった河岸ピニャール（カンボジア語では「ピニャ・ルー」）の2ヶ所にあった．両町を合わせて日本人はキリシタンを中心に約400名であったという．

日本人の墨書の記載場所は，ワット中央部の十字型中回廊付近に集中している．ここは「プリア・ポアン」（「千体仏」という意味）といって，大小いろいろな仏像が200体以上も安置されていて，現在でも参詣者の線香

の煙が絶えない聖なる場所でもある．このアンコール・ワットは14世紀頃から上座仏教寺院に衣替えして存続してきた．

17世紀にここを訪れた日本人は，この寺院がかつてインドにあった「祇園精舎」と思い込んでいたようであった．当時の日本人の地理感覚では，現在の東南アジア等を「南天竺」（西川如見）『増補華夷通商考』1708）と考えていた．祇園精舎については長崎の通辞島野兼了が「祇園精舎の図」として持ち帰り，それが水戸市の彰考館に現存している．この絵図面はまさしくアンコール・ワットの図面であり，方位・濠・回廊について記述がほぼ一致している．

7．トンレ・サップ湖は物流の路であり，文化伝播の路であった

7，8世紀のカンボジアは，国内ではインド的原理を土着的なシステムで咀嚼，醸成した時代であり，その結果，自前の建物や民族語の碑刻・美術などが創り出された．9世紀頃本拠地を内陸部のトンレ・サップ湖西北部湖畔へ移し，アンコール王朝が発展する基礎を築いた．しかし，この湖を介して外世界といつもつながっていた．

10，11世紀のアンコール王朝は，経済的には立国の基盤を農業に置き，可耕地の拡張により人的資源を確保し，富国強兵策を模索していた時代であった．文化的にはインドから受容した諸原理や雛形などをそれぞれの枠組に置き換え修正し，土着化の作業が続いていた．カンボジアは内陸農耕により発展し，インドシナ半島の全域を版図とする大帝国となった．そして外来のインド的諸原理が土着の文化の上に覆蓋し，長い年月をかけて変容された結果，各地において独自の民族色あふれる内発的文化が開花した．

13世紀から14世紀の東南アジア世界では，これまでの立国および組織原理であったヒンドゥー教的文化・思想が後退した．大陸部では上座仏教が，モン人からミャンマー人へ，さらにタイ，カンボジア，ラオスの多民族集団へ伝播され，村人たちに浸透してくるのであった．

これまでインドと中国が東南アジア地域の歴史形成に大きく関与してきた．そして12～13世紀にかけてインドからすでに伝えられていた二つの精神価値体系，すなわちイスラム教と上座仏教が新たな展開を見せ，島嶼部には前者が，大陸部には後者が民衆の間により深く根をおろしつつあった．第一に，両教とも以前から存続する諸信仰などを打ち壊すことをせず，インド的置換えを内包していたので，それまでのヒンドゥー教や大乗仏教的諸原理に代わるものとして現地社会で急速に浸透していった．第二に，上座仏教では禁欲的な僧侶たちが，民衆の目前で宗教的実践を行ない，魂の救済を明示していた．第三に，上座仏教は平等主義に基づいた信仰であり，多くの民衆の共感を得ていた．第四に，地域の支配者たちは新しい明快な原理的枠組を持つこの上座仏教を積極的に摂受し，それを政治権力保持の権威的背景に据え，経済的利益を確保した．

このようにヒト・モノ・精神価値体系がカンボジアの内陸部まで浸透できたのは，トンレ・サップ湖という内海が伝播という大きな役割を果たしてきた．湖はカンボジア史の初期において森林の物産や特産品の集荷のため流通の道としての役割を果たした．しかしモノだけが移動したのではなく，ヒトや精神価値体系が伴なっていた．そして17～18世紀の東南アジア交易の時代においても，この物流と人の交流の路は変わらず引き継がれてきた．トンレ・サップ湖は魚の宝庫であると同時に湖岸周辺では浮稲が川船で収穫されてきた．カンボジア人にとって，母なる内海であったことは確かである．

堆積物に湖の歴史をさぐる　ートンレサップ21計画の概要と成果ー

塚脇真二
金沢大学自然計測応用研究センター

現在のカンボジアは自然の恵み豊かな国です．寒さをしのぐ衣服もいらないし，湖にはたくさんの魚が群れをなし，木々には果物がたわわに実り，ほっておくだけでも穀物はすくすくと育ちます．日照りの乾季さえがまんすればこれほど住みやすい国はないでしょう．ではアンコール文明が栄えた10～13世紀のカンボジアはどうだったのでしょうか．今と同じ気候だったのか，もっと暑かったのか，それとも今の日本のようにときには冬の寒さを味わうこともあったのか．

文明の発達した現代社会すら自然の変化に大きく影響されることを考えると，自然環境そのものやその変化が当時の人々の生活や社会に与えた影響はきわめて大きかったといえるでしょう．アンコール時代の自然環境を知ることができないだろうか，そしてカンボジアの自然環境の変化をもっと長い期間ー約2万年間ーにわたって復元し，その変遷の上にアンコール時代や現在を位置づけ，それを将来の変化の予測にまで発展させることができないだろうか，そう考えて目をつけたのがトンレサップ湖でした．泥が年々沈殿し続ける湖底には自然環境のさまざまな変化が残されているはずだ，と考えたわけです．東南アジア最大のこの湖は，季節によって面積が大きく変化するという世界にまれな特徴や，アンコール時代から現在にいたるまでカンボジアの人々の生活を支えてきたことでも有名です．

この湖を初めて本格的に調べたのは1996年の”トンレサップ96計画”です．堆積学や古生物学，鉱物学を専門とする3カ国9名によって湖の底から堆積物試料を採集し，それをそれぞれの専門分野から解析することで湖や周辺地域での自然環境の変化を過去約6500年間にわたって復元することができました．かつてのトンレサップ湖は今のようにメコン河とはつながってはおらず，内陸にある湖で埋積が年々進んでいたようです．しかし，約5500年前にメコン河の水があふれ出し湖に流れ込むようになりました．これが現在のトンレ

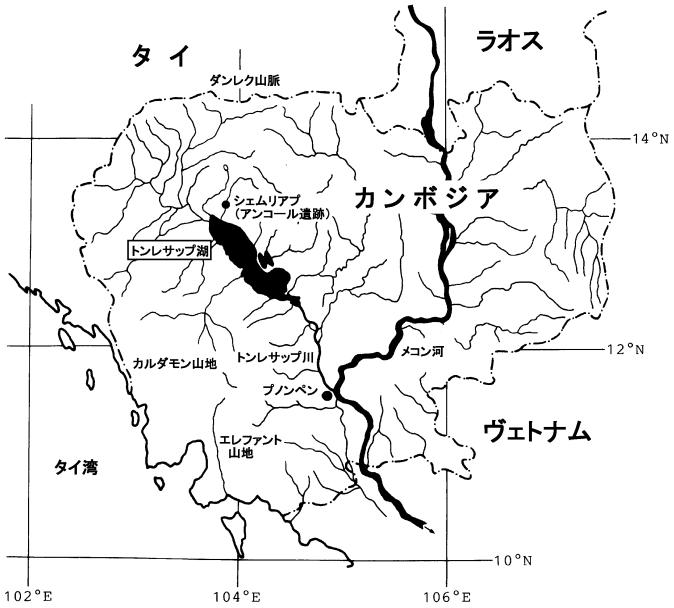


図1．トンレサップ湖の位置と水系

サップ湖の誕生ということになります．進行していた湖の埋積はこのときに事実上停止し，湖は安定した水域として存在するようになりました．過去の堆積物に含まれていた植物の花粉や珪藻などのプランクトンの化石を調べてみると，これらが現在の湖やその周辺でみつかるものと同じだということも判明しました．約5500年前から今にいたるまでいまと同じような湖がカンボジアにあり，まわりには同じような自然があったのです．

しかし，トンレサップ96計画ではこの湖がいつ誕生したのかが謎のまま残されていました．そこで，この謎を明らかにすることを目指したのが”トンレサップ21計画”です．さらに長い試料を湖全体から多数採集し，それらを前回と同じ手法で調べてみたところ，この湖の誕生が今から約7600年前だということがまずわかりました．それと同時にこの湖がかつては今のような巨大な湖ではなく，内陸の低地に散在する小さな湖沼群だったということも明らかになりました．約5500年前にメコン河からあふれ出した水は，その当時おそらく湖沼が点在するサバンナであったろう低地に流れ込み，そこに巨大な湖を作り出したのです．メコン河の水があふれ出すきっかけとなったのは，おそらく当時の海水面が現在よりもやや高かったため，内陸へと進入してくる海水にメコン河の水が押し戻された結果だと考えています．そしてもっとも古い堆積物に含まれていた化石を調べてみると，この湖がずっと淡水湖であったことや，7600年前の植生も現在とほぼ同じであったことがわかりました．

約7600年前に誕生したトンレサップ湖は，約5500年前に大きな環境の変化をこうむったものの，その後はずっと安定して現在にいたっています．アンコール時代も今と同じ姿で人々の生活を支えていたことでしょう．そして，今のままの自然を維持することができるならば，この湖は将来もこの国の人々をずっと支え続けてくれるはずです．

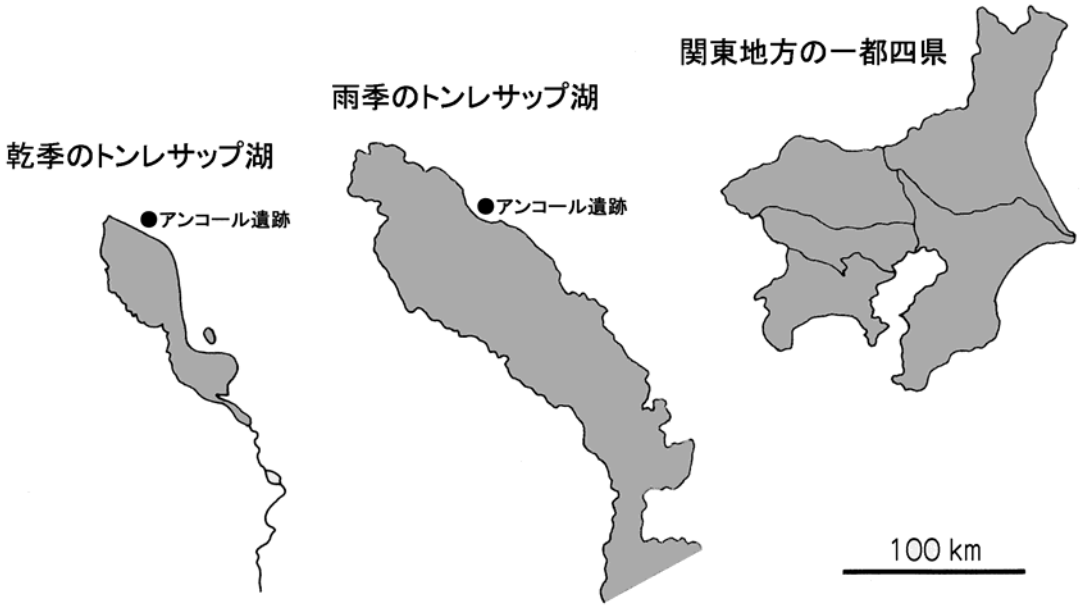
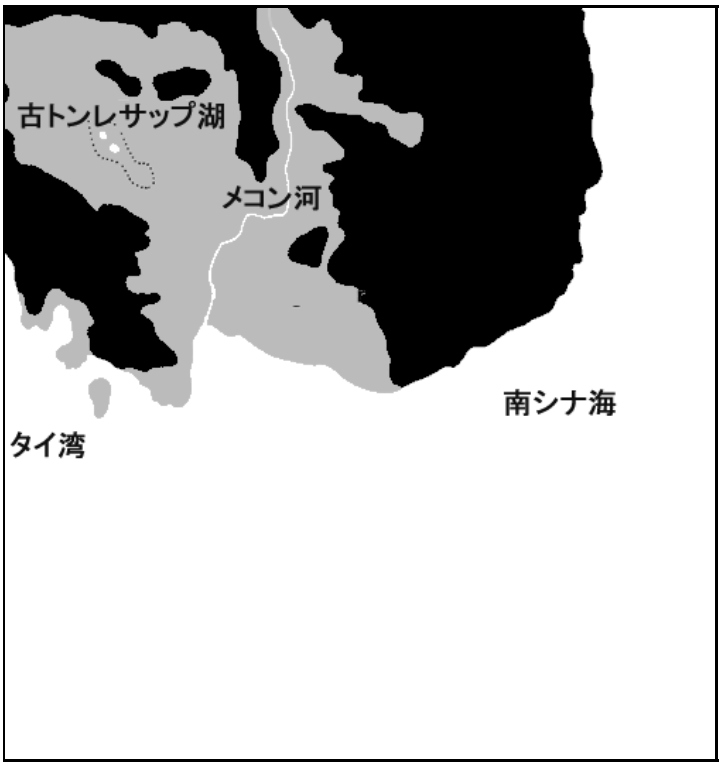


図2．トンレサップ湖の大きさの季節変化

約1万5千年前

当時の海水準は現在よりも約100m低下しており，離水した陸棚が陸地として広がっていた．海底地形から，この当時のメコン河（Mekong River）最下流部は離水した陸棚上をほぼ南東に流れて南シナ海（South China Sea）に流下していたと判断される．この当時のトンレサップ湖付近のことは不明である．

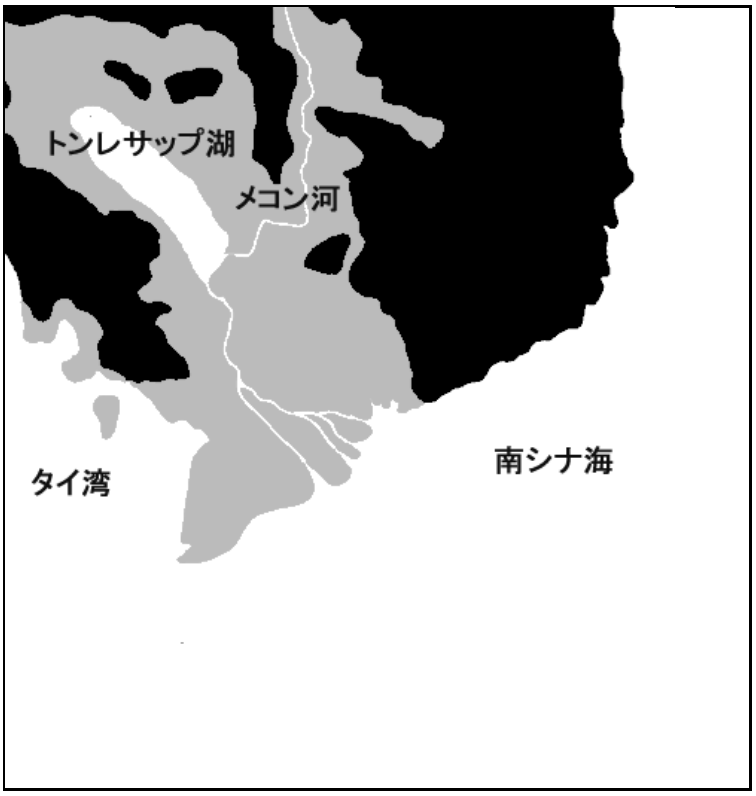


約6千年前

当時の海面は現在より1m程度高い水準に達していたと考えられる．この当時の海岸線はカンボジアとヴェトナムとの現在の国境線のあたりにまで浸入していた．現在のトンレサップ湖のある位置に存在していた小規模な湖沼群は，埋積の進行のため徐々に小さくなりつつあった．

約5千年前

当時の海面は現在より1mほど高い水準で一時停滞していたと考えられる．海岸線はカンボジアとヴェトナムとの現在の国境よりもかなり内陸側にまで浸入した．このため増水期に水位の上昇したメコン河の水が海水に押し戻されて河道からあふれ出し，かつて小規模な湖沼群が散在していた低地に流れ込んで巨大な湖を形成した．しかし，減水期になると増水した水は水位の低下したメコン河へと流出するようになった．伸縮する水域「トンレサップ湖」の誕生である．当時のカンボジアは新石器時代であった．



現　在

花粉からさぐる植生のうつりかわり　−寒冷期と温暖期−

ダラス・マイルデンホール
ニュージーランド地質原子核研究所

現在のカンボジアは熱帯モンスーン気候です．この熱帯モンスーンというのは雨季と乾季とがはっきりと分かれていることを特徴とします．この気候を反映して国土の大部分はサバンナ（熱帯草原）とよばれる草原や低木におおわれていますが，海岸地帯には熱帯常緑広葉樹も分布し，その一方でトンレサップ湖の湖畔には熱帯低湿地の存在がみとめられます．ではかつてのカンボジアはどのような植生でおおわれていたのでしょうか？トンレサップ湖の北部の湖底から採集された14点の堆積物試料に含まれる花粉を調べてみました．同時に測定した放射性炭素年代によると，もっとも古い試料の年代は地球全体が現在よりも寒かったとされる約1万6千年前のものでした．一方，もっとも新しい試料の年代はこれとは逆に地球が今よりもやや暖かかったとされる約5500年前のものでした．

もっとも古い試料に含まれる花粉から，当時は十分な降水量があったために熱帯フタバガキ科を中心とする熱帯雨林が湖の周辺に形成されていたことがわかりました．しかし，そこから現在にかけて徐々に乾燥が進んで雨季と乾季とが分かれるモンスーン的な気候となり，約5500年前には現在と同じようにはっきりとした乾季がおとずれるようになると同時に乾燥に強いタイプのフタバガキ科に植生も変わったようです．また，花粉を調べた試料にはたくさんの炭も同時に含まれていました．約5500年前のカンボジアは新石器時代です．もしかしたら人類の活動がこのような森林の変化に影響を与えたのかもしれません．

すべての試料にはBotryococcusやPediastrumなどの淡水棲藻類も数多く含まれていました．Pediastrumは流れの少ない静かな淡水を好む種類です．一方，Botryococcusは流れがあってやや塩分がある水に生息するものです．Pediastrumはほとんどの試料でみつかりますがもっとも古い試料には比較的まれでした．そのかわり古い試料にはBotryococcusが数多くみつかりました．したがって，寒冷期のトンレサップは現在よりもやや流れがあって海にもより近かったと言ってよいでしょう．海面が現在よりも数メートルも高かったとされる約12万年前には，海がトンレサップ湖のある位置にまで達していたことが考えられます．やはり海面が現在よりもやや高かったとされる約6500年前の年代を示す試料からは，海の浸入を示すマングローブの花粉はごくわずかに見つかっただけでした．約6500年前にはトンレサップ湖のあるあたりにまで海は達してはいなかったようです．

StenochlaenaやBlechnaceaeなどの水棲シダ類の胞子もほとんどの試料で数多く見つかりました．多いものでは試料全体に見つかる花粉や胞子の80％以上にも達するほどです．これらの花粉や胞子はそのほとんどが湖周辺の植生に由来するものと考えられます．ごくわずかに見つかったマツ科植物の花粉は，現在の湖の北方約100キロにあってアンコール文明の聖地とされるクーレン山地におそらく由来するものでしょう．

カンボジアの自然災害からみたトンレサップ21計画の重要性

シエン・ソタム
カンボジア王国鉱工業資源省資源局

カンボジアはインドシナ半島の中央南部に位置し，北をタイ王国およびラオス社会主義人民共和国との国境で，南をヴェトナム社会主義人民共和国との国境で，そして南西をタイ湾に面する海岸で境される国です．カンボジアの地形は国土の中央に大きく広がる中央氾濫平原で特徴づけられ，この氾濫平原は全国土の約3分の2の面積を占めています．はっきりとした高地あるいは山地は国内の西，東，そして北にあり，これらは国土を台風などの影響からさえぎるはたらきをしています．カンボジアの気候は雨季と乾季とが明瞭に区別される熱帯モンスーンです．

地質学的にみたばあい，カンボジアは今から2億5千万年ほど前の後期三畳紀の造山運動によって形成されたインドシニアとして知られる大きな地質構造帯の一部です．古い造山帯に位置しているために，日本やその他の国々で深刻な問題となっている火山噴火や地震などの自然災害とは，ありがたいことにカンボジアは無縁です．しかし，地辷り，河岸浸食，そして洪水の3つがカンボジアに特有の地形，地質，そして気候に起因する自然災害としてあげられます．これらの中でもカンボジアの中央を流れるメコン河の洪水による被害はとくに甚大で，国土はこの10年間にいくどもの大洪水にみまわれてきました．

カンボジア王国鉱工業省資源局地質部門（GDMR：Department of Geology, General Department of Mineral Resouces, Ministry of Industry, Mines and Energy）は，このような地形学的あるいは地質学的な原因によって発生する自然災害を調査研究する機関のひとつです．そして，地質学の総合的な知識にもとづいてこれらの自然災害を防止する，あるいは被害を軽減する役目をになっています．

”伸縮する水域”として著名なトンレサップ湖は，増水したメコン河の水を雨季にはたくわえ，乾季にはその水をメコン河へと流しています．すなわちこの湖は天然の遊水池として洪水の被害を軽減するという大きな働きをしており，湖それ自体や周辺の河川についての基礎知識はきわめて重要な意味をもってきます．したがって，金沢大学とGDMRとが中心となって実施した「トンレサップ湖の環境変遷史に関する共同研究（トンレサップ21計画）」は，洪水による被害をどうやって防ぐかあるいは軽減するかを検討するとき，また洪水が実際に発生したときにどのように対処すべきかといった事態になったとき，国土を守っていくうえでの貴重な情報をもたらしてくれます．これと同時にこの計画は，そのほかのさまざまな学問分野，たとえば考古学や環境科学などにも多くの情報を提供してくれるはずです．トンレサップ湖にかかわるさまざまな調査研究のさらなる発展をカンボジア王国政府は願っています．

粘土からさぐる湖の生い立ち -5500年前の大事件？-

大河原正文
岩手大学工学部建設環境工学科

トンレサップ湖は，雨季には約15,000km^2（琵琶湖の約21倍）にもなる東南アジア最大の湖です．しかし，雨季の水深はもっとも深いところでもわずか9m程度で，乾季にはなんと1m以下しかありません．どうしてこんなに浅いのでしょうか（図1）．湖は，ふつうならば川が運んでくる土砂によってどんどん浅くなります．トンレサップ湖の水はいつも茶色に濁っていることから大量の土砂が運びこまれていることが容易に想像できますし，水深1m以下しかないというのはその湖が存亡の機に瀕していることをふつうは意味します．つまり，この湖は近い将来には埋まってなくなってしまうかもしれないのです．トンレサップ湖には多種多様な魚が棲んでいて，カンボジアの人々が1年間に消費するタンパク質の約70％を供給しています．カンボジアにとって母なる湖というべきこの湖が土砂で埋まってしまうということは，カンボジアの人々が食料を失うことにほかなりません．そこで私たちはトンレサップ湖の運命，ひいてはカンボジアの人々の生活を決定するともいえる土砂の実態を明らかにするために調査を行いました．具体的には，土砂がどこから持ち込まれるのか？土砂のたまる速さはどれくらいか？そして乾季と雨季とで大きく変化する湖の深さや大きさが土砂の堆積に影響を与えていないか？の3点です．

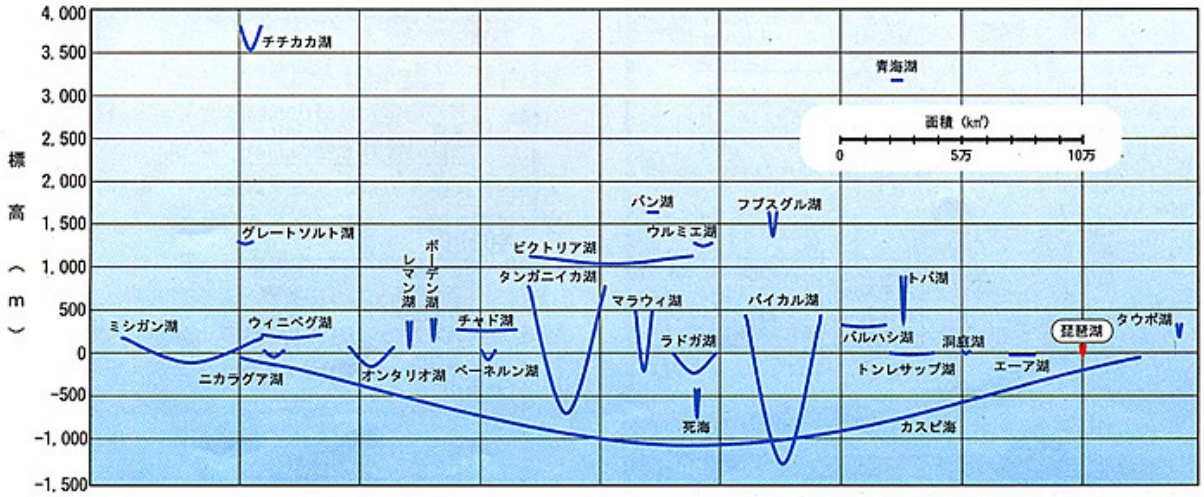


図1：世界のおもな湖沼の断面図（滋賀県琵琶湖ホームページより引用）

トンレサップ湖には多くの川が周囲から注ぎ込んでいます．これらの河川のなかでもっとも大きいものは，湖の北端に流入するモンクルボレイ川，南端に流入するセン川，そして湖とメコン河とを連絡するトンレサップ川です．ここで注意しなければならないのは，トンレサップ川は東南アジア最大の河川であるメコン河とつながっているために，雨季にはメコン河の水をそのままトンレサップ湖に運びこんでいるということです．つまり，トンレサップ湖に土砂を運んでいる川は，実質的にはトンレサップ川ではなくメコン河だということになります．さて，どの河川が湖に最も多くの土砂をためている張本人でしょうか．モンクルボレイ川とメコン河とで調べてみました．図2を見てください．これは，トンレサップ湖にたまっている土砂，モンクルボレイ川，そしてメコン河が運んでいる土砂の成分（鉱物）をそれぞれ示しています．トンレサップ湖の南半分の湖底にたまった土砂に成分が

よく似ているのは，メコン河が運んでいる土砂であることがわかります．湖北側の湖底の土砂にも“雲母粘土鉱物”としるしたピークが認められますが，このピークはモンクルボレイ川の土砂にはありません．したがって，トンレサップ湖全体の湖底にたまっている土砂の多くはメコン河に由来していると考えてさしつかえないでしょう．

”土砂が溜まる速さ”については放射性炭素年代値の測定結果から判明しました．詳細はここでは触れませんが，5500年前までは年間に0.5～1mmの速さであったものが，その後は年間にわずか0.09mmしかたまらなくなってしまっています．この年間0.09mmという速さは，ほとんど土砂がたまっていないことを意味します．なんと，あれほど濁っているのに土砂がほとんどたまっていないとは驚きでした．5500年を境に土砂が溜まらなくなったという事実は，この湖になんらかの大きな変化が生じたことを物語っています．5500年前に何があったのか，この事実を明らかにするためにはさらなる調査が必要ですが，それにしてもなぜたまらなくなってしまったのでしょう．この不思議については，”トンレサップ湖の伸縮現象”に原因があるとにらんでいます．

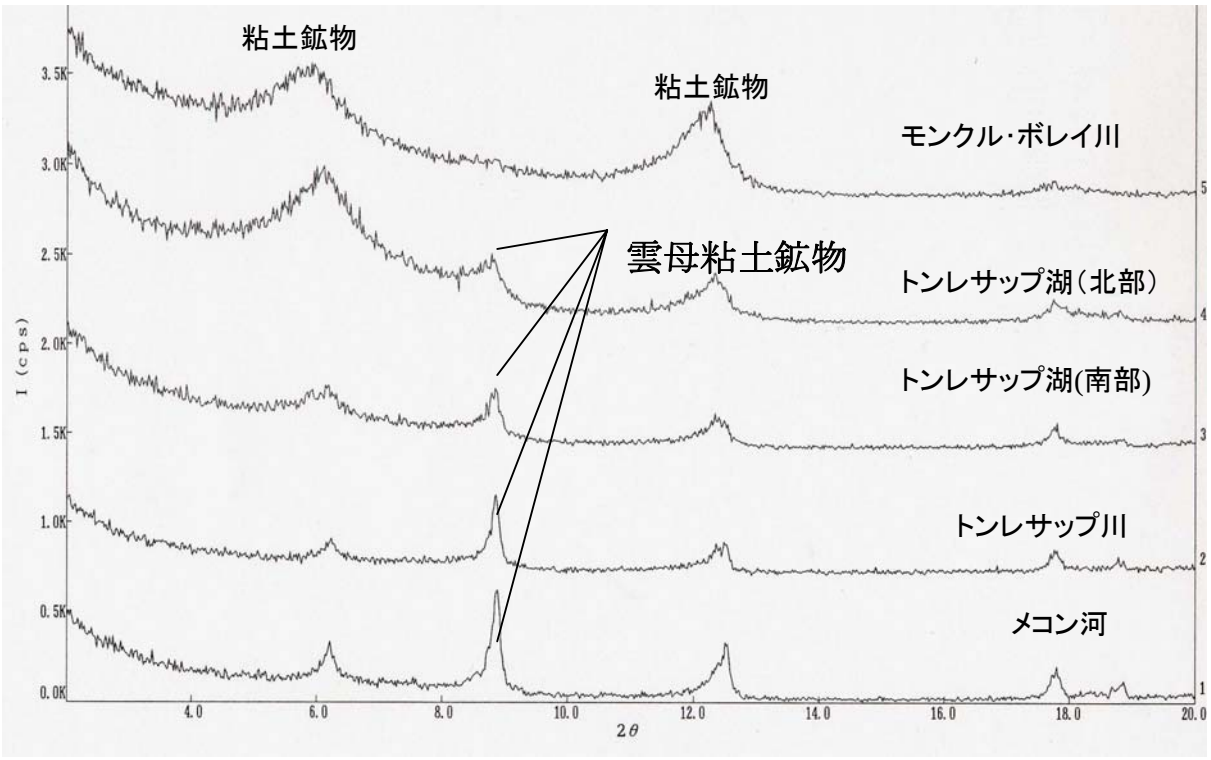


図2：エックス線による土砂の鉱物分析結果

トンレサップ21計画参加研究者

研究代表者・研究分担者

日　本

塚脇真二（代表者：金沢大学自然計測応用センター助教授，堆積学・海洋地質学）
秋葉文雄（石油資源開発㈱技術研究所主任研究員，微化石層位学：珪藻）
大河原正文（岩手大学工学部建設環境工学科助教授．粘土鉱物学・地盤工学）
尾田太良（東北大学理学部地質学古生物学教室教授．微化石層位学：浮遊性有孔虫）
神谷隆宏（金沢大学理学部地球学科助教授．微古生物学：介形虫）
加藤道雄（金沢大学理学部地球学教室教授．微古生物学：底生有孔虫）

カンボジア

シエン・ソタム（Sieng Sotham．カンボジア王国鉱工業資源省地質部副部長．宝石学・地域地質学）
トッチェ・サンバース（Touch Sambath．カンボジア王国鉱工業資源省地質部地質図室室長．地域地質学）
ベン・ブンナリン（Ben Bunnarin．カンボジア王国鉱工業資源省地質部環境地質室副室長．環境地質学）
イム・シム（Im Sim．カンボジア王国鉱工業資源省地質部研究員．地域地質学）

ニュージーランド

ダラス・マイルデンホール（Dallas Mildenhall．ニュージーランド地質原子核研究所主任研究員・花粉学）

研 究 協 力 者

遠藤修一（滋賀大学教育学部地学教室教授．水文学）
奥村康昭（大阪電気通信大学工学部助教授．環境計測学）
小沢広和（国立科学博物館地学研究部研究生．微古生物学：介形虫）
大高明史（弘前大学教育学部理科教室教授．生物学・生態学：水生無脊椎動物）
片倉晴雄（北海道大学理学部生物学教室教授．生物学・生態学：昆虫）
黒川耕大（金沢大学大学院自然科学研究科大学院生．微古生物学：介形虫）
平吹喜彦（宮城教育大学教育学部理科教室助教授．植物生態学・植物動態学）
箕田冠一（財団法人国際湖沼環境委員会委員．水産学）
本村浩之（国立科学博物館動物研究部特別研究員．魚類学）

トンレサップ湖−アンコール文明をはぐくんだ湖，そしてカンボジアの命−

発行者：〒920-1192 石川県金沢市角間町金沢大学総合教育棟内
金沢大学自然計測応用研究センター　塚脇真二
Tel. 076-264-5814, Fax. 076-264-5990
Email: tukawaki@sgkit.ge.kanazawa-u.ac.jp
発　行：2002年11月2日