



地球環境史学会

PALEO<sup>10</sup> : Paleosciences Society

ニュースレター

## ボルネオでの泥炭コアリング

Peat coring in Borneo

山本 正伸

Masanobu Yamamoto

2017年5月30日受付, 2017年6月12日受理.

北海道大学 大学院地球環境科学研究院(myama@ees.hokudai.ac.jp)

### 魅惑の島ボルネオ

ボルネオは南シナ海, ジャワ海, セレベス海, スルー海に囲まれた世界第三位の面積を持つ巨大な島である (図1). 島の大部分はインドネシア領でありカリマンタンと呼ばれる. 島の北西部はマレーシア領のサラワク州とサバ州およびブルネイ領に分かれる. ボルネオの名前はこのブルネイに由来する.



図1. ボルネオの位置図.

古来, ボルネオは熱帯雨林に覆われ, 農耕に適さず, 狩猟を専らにする民の天地であった. なかでもイバン族は勇猛であることを誇りにし, 外部からの侵入者に対して果敢に戦ったため, 海から訪れたマレー人や武装したヨーロッパ人もボルネオでは海岸近くに拠点を築くのが精一杯であった. このためボルネオは世界文明であるインド文明や中華文明の影響を受けることが少なく, 独自の文化が発展を遂げ, 今も人々の生活にその残映が色濃く現れている.

札幌からボルネオまでは遠い。成田空港経由でクアランランプール空港へ飛び、そこで国内線に乗り換える。サンゴ礁の点在する南シナ海を越え、深緑の密林の中に大蛇がうねるような茶色の水の流れが見えたならばクチンに到着だ。19世紀・20世紀前半のサラワク王国の首都であり、現在もサラワク州の州都として栄えている町である。市街の中央をサラワク川が流れ、下町から川越しに望む州議会議事堂の金色のとんがり屋根が印象的な風情のある町である（図2）。



図2. サラワク州議会議事堂. 写真右側の金色のとんがり屋根の建物.

では、なぜボルネオに行ったかについて語ろう。このボルネオは地球の気候を考えるうえで極めて重要な場所に位置している。ボルネオを中心とする西部熱帯太平洋とインド洋東部は地球表層でもっとも暖かい地域であり、インド太平洋暖水塊地域と呼ばれる。太平洋の赤道付近を東から西へと吹く貿易風が暖められた海水を太平洋の西側に掃き寄せるため、太平洋の西縁には水温が28度を超える暖かな水が分厚く蓄積される（図3）。これが大気を暖める熱源となり、水蒸気を多く含む空気塊が暖められ上昇する。上昇した空気塊は高度10 kmを超える高さまで上昇し、東西南北に移流し、遠く離れたどこかで冷やされ沈降し、再び地表付近に戻る。ボルネオはこの対流と呼ばれる空気の流れにおいて、暖かな空気が上昇する場所の中心に位置している。空気が上昇し、冷却すると水蒸気が凝縮し液体の水が形成され、雨粒となって地表に降り注ぐ。ボルネオ付近は、この作用が特に活発なので、世界でもっとも雨の多い地域となっている。

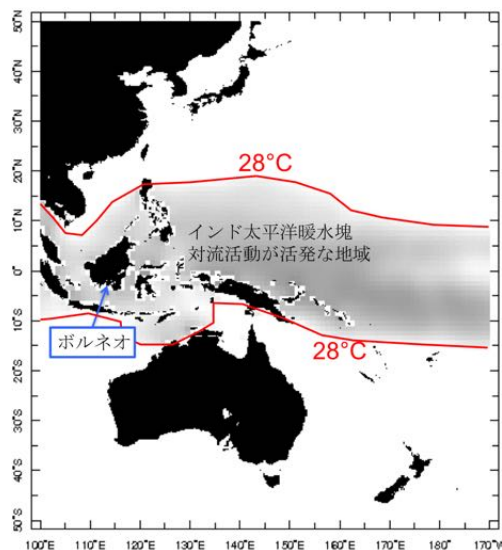


図3. インド太平洋暖水塊（海面温度28°C以上の領域）.

この熱帯域における対流活動は熱帯域で受け取った太陽に由来する熱を中高緯度域に運ぶ役割を果たしている。この対流活動が活発なときには、低緯度から高緯度への大気経由の熱輸送が活発化し、地球全体の気候に影響を及ぼしている可能性がある。パーティンらは、ボルネオ北部の鍾乳洞の中から鍾乳石を採取し、その酸素同位体比が過去3万年間に大きく変化したことを示した(図4; Partin et al., 2007)。水分子は水素と酸素からなるが、質量数16の酸素を持つものと質量数18の酸素を持つものがある。対流活動が活発であると、水蒸気から雨になる水の割合が高くなり、その結果として降水の雨は質量数16の酸素を持つ水分子の割合が高くなる(酸素同位体比が低くなる)。降水は地表からしみ込み、鍾乳洞の中で鍾乳石が形成されるときに、その炭酸カルシウムの酸素として取り込まれる。したがって、鍾乳石の酸素同位体比を調べると過去における対流活動の強さを推定することができる。パーティンらの結果によれば、約15000年前に酸素同位体比は過去3万年間でもっとも高く、対流活動が不活発であったことが示された(図4)。15000年前以降、酸素同位体比は徐々に低くなり、5000年前にもっとも低くなった。これは対流活動が活発であったことを示唆する。5000年前以降は、酸素同位体比は徐々に高くなり、対流活動が弱くなってきたことを示唆している。このようにボルネオの大気対流活動は1万年スケールで長期的に変化してきているらしい。では、もう少し短い時間スケールではどうなのか。たとえば、現在よりも気温が低かったとされる200-700年前の小氷期ではどうか、また今と同様に温暖であったとされる1000年前の中世温暖期ではどうだったのか知りたい。しかし、パーティンらの結果は、この疑問には答えてくれない。彼の酸素同位体比はその時間スケールでは顕著な変動を示さない。この意味するところは何であろうか。対流活動は100年スケールでは安定なのか。それとも何か試料に依存する理由があり、本来ある変動が現れていないだけなのであろうか。人類が今直面している温暖化は、まさにこの時間スケールでの変化であるので、この疑問に答えることは重要である。これを明らかにするには、鍾乳石以外の方法で調べてみる必要がある。

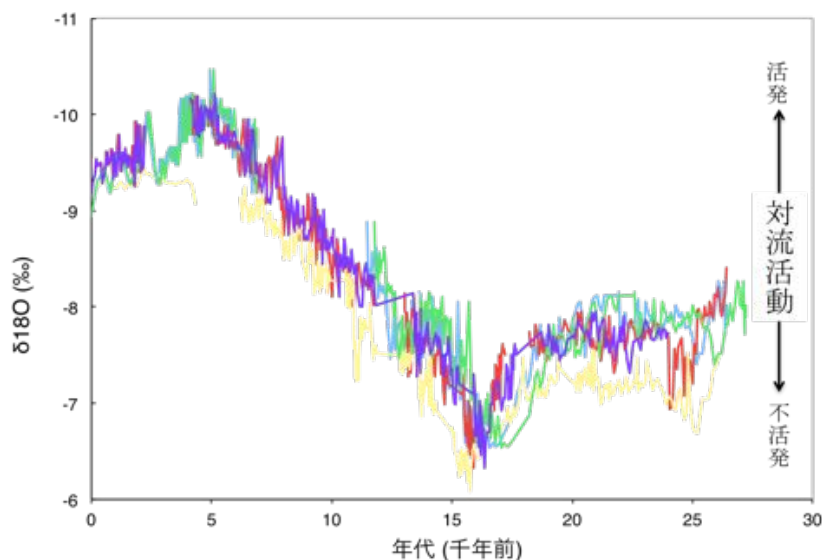


図4. ボルネオ北部の鍾乳石酸素同位体比記録 (Partin et al., 2007).

ボルネオ研究に先立って、私と北海道大学低温科学研究所の関宰さんは利尻島南浜湿原から採取した泥炭試料からミズゴケを分離し、そのセルロースの酸素同位体比を測定し、過去4000年間の降水酸素同位体比の変動を明らかにした(科学研究補助金挑戦的萌芽研究, 平成25年度~26年度, 代表: 山本正伸)。利尻島の降水酸素同位体比は2500

年前と500年前に高かった。これは日本海堆積物に含まれる対馬暖流珪藻種の量的変動と一致しており、対馬暖流の強弱変動が降水酸素同位体比変動を介して泥炭酸素同位体比に記録されていることが示唆された。この手法をボルネオの泥炭に用いれば、ボルネオに降った雨の酸素同位体比が復元できるに違いない。

さて、このようなテーマで日本学術振興会の科学研究費基盤研究B海外学術調査に応募したところ、2015年春に採択の通知が届いた。2013年に私の研究室を卒業したハスリザル・ビン・シャリ君がマレーシアのトレンガヌ大学で上級講師として働いているので、彼に連絡し、さらに彼の研究室の先輩でマレーシア鉱物地質局 (JMG) に勤めているアブドラ・スライマン氏に連絡し、マレーシア政府への調査許可手続きを進めるとともに、準備を開始した。

### サラワク北部での泥炭コア採取

2015年夏に初めてのボルネオ渡航。トレンガヌ大学で古気候に関する一般講演を行ったのち、ハスリザル君、アブドラ氏とともにクチンに渡った。JMGサラワク支所にて研究計画を打ち合わせたところ、所員の一人がクチンにはサラワク政府首相府直轄の熱帯泥炭研究施設 (Tropical Peat Research Laboratory, 略称TPRL) があり、その所長さんに会った方が良いと勧めてくれた。TPRLはクチン郊外の林の中にあり、70人のスタッフが働く大きな施設である (図5)。この施設ではサラワクの泥炭に関する科学的・技術的研究が精力的に行われている。事前に電話したためであろう、車寄せで車を降りて2階を見上げると所長のルリー・メリングさんが窓越しに我々を迎えてくれた。ルリーさんは、北大大学院農学研究科の波多野隆介教授の研究室を卒業、その後、サラワクに戻り、泥炭地の農業地への転用技術の発展に貢献し、いまではサラワク政府首相府で重きをなす人である。若い頃の写真を拝見すると、かわいいお嬢さんであるが、いまは重要人物の貫禄が備わる。出会い頭に、なぜ自分のところにもっと早く来なかったのかとなじられた。当方の勉強不足によるもので弁解の仕様もない。ルリーさんにサラワク北部の泥炭地でコアを採取するのに有望な地点を教えてもらい、現地の下見を行った。



図5. サラワク首相府熱帯泥炭研究施設 (TPRL)。

その年の10月に再度渡航し、TPRLスタッフとともにマルダム国立公園の泥炭地の下見を行い、その後、JMGスタッフ、TPRLスタッフとともにサラワク北部の元泥炭地で泥炭コアを採取した。このコア採取には日本から関宰さん、学生の菊池隼史君と琵琶湖博物館の林竜馬さんが参加した。林さんにはシンウオールピストンコアラー (以下、シンウオールコアラー) を日本より持参いただき、コア採取に用いた。泥炭の採取によ

く使われるのはロシア式ピートサンプラーと呼ばれるものである。これはコアラーの先端が鋭くとがった円錐形をしており、胴体の部分に開閉式のひれのような板が付けられている。これを金属棒の先端に取り付け、ひれを開いた状態で体重をかけて押し込み、欲しい層準まで押し込んだところで、金属棒を半回転させ、泥炭をかまぼこ形に切り取り、同時にひれ板でふたをする。人力で金属棒を持ち上げてコアラーを地上に上げ、コアラーの中に入った泥炭を回収するというものである。このコアリング方法は簡便ではあるが、泥炭の構造が乱れてしまい、火山灰や泥が泥炭中に挟まっても認識しにくいことがある。これに対して、シンウオールコアラーは円筒を垂直にぶつ切りし、切断面を刃物のように薄く研ぎ、この刃物のようなコアラーに体重をかけて押し込んでゆく方法である。円筒内には注射器のシリンジに相当する密閉性の高い弁が仕込んであり、泥炭に徐々に突き刺さっているのと同じペースで弁が上に引き上げられる工夫があり、それにより泥炭と円筒内部の間に働く摩擦力が打ち消され、泥炭がスムーズにコアラー入ってゆくようになっている。この手法は泥炭内の構造を乱さない。泥炭コア中で炭が層状に入っていることや、葎の根茎が伸びている姿を認識できたのは、この手法のおかげである。TPRLでは、この手法に大いに興味があるということで、2名のスタッフが同行した。ルリーさんの元上司のワン博士にも開発前の泥炭地の状況を教えていただくためご同行いただいた。さらにマルディー現地で作業員4名を雇用し、総勢16名でコアリングを行った。



図6. サラワク北部の泥炭地の位置図。

マルディーはバラム川が大きく蛇行し、川に囲まれた土地にある小さな町である(図6)。町外れには病院と飛行場があり、地域の拠点としての役割を果たしている。バラム川を見下ろす丘のうえには、20世紀初めにイギリス人が作った木造の砦も残されている。住民はカヤン族、イバン族、中華系が主体である。われわれはマルディーのホテルに宿泊し、コアリング地点まで車で通った。途中バラム川を車ごと渡し船で渡る(図7)。橋をかけないのは洪水が頻繁に起き、橋を押し流してしまうからである。

バラム川の南西岸には、かつてサラワク最大の泥炭地が広がっていた(図6)。その大きさは南北に40 km、東西に20 kmにわたるもので、ドーム条の地形を示す高層湿原であった。現在では、この広大な土地の大部分はヤシ畑となっている。この泥炭地に関しては20年前にワン博士により植生の調査が行われている。後述するように泥炭ドームの植生は同心円状の分布を示し、中央部には貧栄養環境に適応した植生が発達する。我々は、その植生図を参考に、貧栄養環境に適応した植生がかつて分布していたドーム

の北の地点（以下、マルディーサイト）と南の地点（以下、ティンバラサイト）の2ヶ所で泥炭コアを採取した（図6）。ヤシ畑の中にまっすぐに作られた道を車で走りコアリング地点に到着した。重い機材を人力で運ぶ必要がなく、とても楽だ。合計5日かけて、それぞれの地点で、9メートルの長さの泥炭コアを採取した（図8, 9）。泥炭は植物起源の有機物を多く含む堆積物の総称であるが、試料を採取してみて、ボルネオの泥炭が利尻の泥炭とはずいぶん異なることに気がついた。利尻の泥炭はミズゴケが主体で、それに細い根や草本類の茎や葉が混じっている。ボルネオの泥炭はほとんど植物の太い根茎（こんけい）や細い根、根や茎の表皮、樹木の葉が破片化したものでできていて、コケはみられない。ひとくちに泥炭といっても、素材の違いを重視するならば別物と考えたほうが良さそうである。熱帯の泥炭が寒帯・亜寒帯域の泥炭と異なり、木質であることは泥炭の教科書にかならず書いてあることであるが、実際に自分の目で見るとまでは理解が不十分であった。実物を見ることの重要性を実感した。



図7. パラム川の渡し船.



図8. マルディーサイトにおけるシンウオールピストンコアラーによる泥炭コア採取.



図9. マルディーサイトのヤシ畑でのコアリング.



図10. 柔らかくなった材. 明るい色の部分.

材があると、固くてコアラーが突き刺さらないのではないかと思われるかもしれない。事実、深さ3mくらいまでは、そのようなことが起こり、場所を変えてコアリングし直すことがある。しかし、それより深くなると材はベージュ色に変わり、柔らかくなり（図10）、コアラーの先端部分で簡単に切り裂くことができ、支障がなくなる。リグニンが泥炭中に生育する腐朽菌の活動により優先的に分解し、セルロースが主体になるため、硬さを失うためではないかと考えられる。

マルディーとティンバラでは、両者とも9mの深さで泥層に到達した。マルディーでの先行研究では泥炭層の基底の年代は4000年前とのことである。コアはコアリング地点において肉眼で記載し、はさみを用いて試料を切り、スプーンを使って台所用ビニール袋に小分けした。記載をしていて、ティンバラの泥炭には炭が頻繁に含まれるのに対して、マルディーの泥炭にはほとんど含まれていないことに気がついた。炭は材の燃焼によって作られる。火事の原因としては、人間によるものと自然によるものがあるが、ある程度乾燥していないと広範囲な野火は生じない。マルディーとティンバラはともに似たような気象条件下にある。気象以外のなにか別の要素が両者の違いの原因であると考えられるが現段階では分からない。

コアの分割に用いた道具はすべてマルディーの雑貨屋で購入した。これは往路において航空会社に預けた荷物が紛失し、ついに出て来なかったためである。4万円相当の機材であった。

ヤシ畑の中でのコアリングは暑いことを除けば快適である。強い日差しもヤシの木陰に入れば和らげられる。しかし、異様なことに、まわりに虫がまったくない。地面のうえにも蟻一匹みあたらない。地面を掘ってもミミズもない。ヤシ畑以外の林では、うるさいくらいにハエやアブが飛び交い、腰を下ろせばたちまち蟻が体を這い上がってくるというのに、恐ろしいほどの違いである。これは農薬散布が原因と思われる。ヤシ油は環境にやさしいという宣伝のもと我が国でもその商品が売られている。その需要が伸びていることから、今後もヤシ栽培は続けられると思われる(図11)。そのヤシ油生産が虫すら生きられないやさしくない環境で行われているのは皮肉だ。



図11. 延々と続くヤシ畑。

### 熱帯泥炭をめぐる環境問題

2016年8月、TPRLが主催者となりクチン市内のホテルで第15回国際泥炭会議が5日間にわたり開催された。900名弱の参加があった。アジアとしては始めて開催であった。日本からも約40名が参加した。私以外はすべて農学関係者であった。会議では、おもに泥炭の環境的側面、農地への転用方法、泥炭火災への対応、泥炭地と大気との炭素フラックスについて議論があった。とくに昨年以來継続しているインドネシアの泥炭火災の原因とその予防策について集中した議論があった。マレーシアの研究者によると、泥炭地を農地に転用する際に重機で何度も地表を往復し、表層の泥炭を圧密し、孔隙を減らすことにより、泥炭の湿度を維持することができ、これが泥炭火災の予防に役立つとの見解が示された。マレーシア側ではいったん農地化した農場でも、この方法で地盤を改善し、森林火災を押さえている。衛星データを解析した結果では、ボルネオのマレーシア領では森林火災は起きていないが、インドネシア領では多数の森林火災が現在も起きていることが示されており、対照的であった。会議では、ヤシの

プランテーション開発・運営会社, 肥料製造企業, ヤシ油の精製会社, 重機の販売会社, 肥料の販売会社等からブースの出展があり, 泥炭の理解が産業と密接に関係していることがうかがわれた。

### マルダムでの泥炭コア採取



図12. マルダム泥炭地の位置.

2016年8月はマルダムで泥炭コアを採取した。日本からは琵琶湖博物館の林竜馬さんが参加した。どんな環境でも楽しむことができる人なので安心できる。TPRLから若手6名が参加した。マルダムはクチンの東方80kmにある南北を入り江で囲まれた半島である(図12)。クチンから南に大きく迂回して車で時速90km以上で走り, スリアナンを経由し, リンガに至る。ここまで4時間。リンガの船着き場で車を駐車し, 漁船を2隻チャーターし, 4人ずつに分かれて乗り込んだ(図13)。マルダムの海岸まで約30分。気分が高まる。このように車ではいけない場所であるため, 開発が遅れ, 手つかずの泥炭地が残された。現在は国立公園として開発が制限されている。マルディー側の船着き場には栈橋はない。岸に船を近づけ, 泥の中を裸足で歩いて上陸する(図14)。そこから小屋まで4kmを約1時間かけて歩く。小屋に着くのは夕方になる。水たまりの腐植を含む焦げ茶色の水で体を洗い, 夕食を作り, 食べる。小屋は鉄骨高床式であり, 外壁の下半部は鉄板で覆われており, 上半部は開放されている(図15)。そこから虫が入ってくるので, めいめいに蚊帳を吊って寝る。



図13. マルダムの渡し船.



図14. マルダムの船着き場。写真は帰路撮影。





図15. マルダムの小屋.



図16. マルダム国立公園南海岸のマングローブ林 (林竜馬撮影)

翌朝、掘削地点まで徒歩で移動する。目標地点は泥炭ドームの頂上である。マルダム泥炭地では海岸からドーム中央に向かい徐々に標高が高くなる。これは中央部では泥炭が堆積し、その分が高まりになっているためである。マルダムでは、植生は海岸からドーム中央に向かい大きく変化する (Melling, 2016)。海岸沿いにはマングローブ林が発達し (図16)、少し内陸に入ると樹高がまちまちの樹木からなるMixed Peat Swampが発達する。さらに内陸に進むと樹種は*Shorea albida* (現地語でAlan, ボルネオの固有種で絶滅危惧種に指定されている。図17) が主体になり、樹高は60mに達する。森林内は暗く低木、草本類に乏しい (図18)。この森林をAlan Batu forestと呼ぶ。そこから内陸に進むにつれて*Shorea albida*の樹高は徐々に低くなり、林間が明るくなり、低木と草本類が増加し、樹高40m前後のAlan Bunga forestを経て、ドーム中央部では樹高30m前後のPadang Alan forestになる (図19, 20)。ドーム中央では太陽光に照らされた明るい林となっている。順々にこのような植生が現れ、飽きない。



図17. *Shorea albida* (現地語でAlan) の木.



図18. Alan Batu forest. 林間が暗い.



図19. Padang Alan forest. 林間が明るい.



図20. Padang Alan forest中にみられる湿地に伸びる気根 (現地名でJong Kong).



図21. 海岸から伸びるコンクリートの道 (林竜馬撮影).



図22. マルダム国立公園内Alan Batu forest中に設置された観測タワー.



図23. ドーム頂上に向かう道 (林竜馬撮影).

小屋からドーム中央まで7 kmの道のりだが、最初の2 kmは幅30 cmのコンクリートの道があるので、そのうえを歩く (図21)。40分ほどで観測タワー地点にでる。このタワーは北海道大学農学研究院の研究グループの予算で建てられ、高さ40 mある (図22)。TPRLスタッフにより継続的に気象データ、炭素フラックスが観測されている。そこを過ぎるとコンクリートの道はない。丸太の上を歩き、倒木を乗り越え、水たまりを腰までつかりながら歩く (図23)。目的地点まで標高差はほとんどないが、重い機材、食料、水、寝具を背中に担いで深さ数十 cmの水たまりに頻繁に出入りするのは思いの外、体力を消耗する。昨年の下見時の経験から、スパイク付き地下足袋を用意した。このおかげで細木の上を歩いても滑らず、水たまりの底に沈んでも這い上がることが容易であった。私と林さんの荷物は10 kg強であったが、TPRLスタッフは20 kg程度の荷物を運んでの移動であった。暑いので汗を大量にかく。往路に1.5リットルの水を消費した。荷物が軽くなったのはうれしいが、2泊3日の旅程であるので水の残りが気になる。6時間ほどで泥炭ドーム頂上の掘削地点に着いた。この場所には、現場の木で作った簡易宿泊所がある。ベッドが6つしかなかったので、木を切って2名分を追加した (図24)。TPRLスタッフの作業は手慣れたもので、1時間ほどでベッドの増設は終了した。このベッドの上に、毛布を敷き、蚊帳を吊れば寝床の出来上がりだ (図25)。水たまりの水を濾過し、沸かし、夕食を作り、食べる。汗をかき塩を消費したのか、塩味が体にしみるように旨い。



図24. コアリング地点のキャンプ。  
ベッド作成中.



図25. コアリング地点のキャンプ。  
蚊帳を吊ったりしているところ.

夕方、はかすかに風が吹く。日中我々を痛めつけた太陽は急ぎ足で傾き、木々を金色に染める。虫除けの焚き火の煙があたりを漂う。ずっと昔からここにおいて、そしてずっとここに居続けるかのような気分ひたる。

ジャングルの夜は騒々しい。日本の秋の夜のように、虫の音が途切れずにずうっと続く。木々の合間から見る星は大振り輝きが強い。天の川が力強く頭上をまたぎ、蠍座が天頂を飾る。南半球の星々が惜しげもなくその姿をさらしている。

朝は急に訪れる。少し明るくなったかと思うと、鳥がさえずりはじめ、瞬く間に周囲は明るくなり、暑さと湿気を増してゆく。一日の始まりだ。水と食料が心配なので、コアリングは1日で終わらせたい。



図26. ドーム頂上でのコアリング。  
コアラーを引き上げているところ.



図27. ドーム頂上でのコアリング。  
採取された泥炭コアが手前にみえる.

今回コアリングはロシア式サンプラーを用いて行った(図26-28)。シンウオールコアラーは重すぎてコアリング地点まで人力で運べないと判断したためである。コアリングは順調に進み午前中には12mまで掘削し、泥炭基底の泥に達した。6m深よりも深い層準で炭が頻繁に出現した。炭層の上には葎の根茎が多くみられた。野火のあとに葎を主体とする草地在り広がった可能性が考えられる。ティンバラと同様にマルダムでも炭が多くみられたことから、熱帯雨林においても野火が頻繁に生じていたことが示唆される。炭層の年代を測定し、野火の発生時期を特定してゆくことにより、気候や人間活動との関係を検討できるにちがいない。午後にもう一地点コアリングを行い、午前の地点と似た泥炭相を示すことを確認した。

翌日、泥炭試料を背中に担ぎ、小屋まで戻った。水が減ったものの、泥炭試料が加わり荷物は重みを増し、歩行は厳しかった。15分ごとに休みながら、ゆっくり歩いた。

最後はこうのようにして歩いた。小屋では、若者たちは夜遅くまでトランプをしてはしゃいでいた。夜半スコールがあった。

翌朝、皆とは別に先行して一人で船着き場に向かった。歩き遅れて迷惑をかけたくなかったからである。雨上がりのコンクリート道を歩いていると、10mほど前を大きなトカゲが横切っていった。頭からしっぽまで1.5mほどの大きさであった。ワニと見間違えた私は動転して、写真も撮らずに、その姿が林に消えてゆくの見送った。あとでワニではなくオオトカゲであったことを知った。ワニと異なりおとなしい性格とのことである。

来たときと同じ経路でクチンまで戻った。体は疲労し、起きているのがつらかったが、泥炭コアを採取するという目的を達成した充実感があった。リングにむかう船からは遠くに入道雲が見えた。太陽エネルギーに駆動される熱帯の大気現象はスケールが大きくダイナミックである。その理解にこの泥炭コア研究を役立てたい。そう思いながら雲を眺めた。

### おわりに

このプロジェクトは現在も続いており、今年度はローガンブヌートという湖で掘削を行い、バラム川の洪水頻度を復元するためのコアを採取する予定である。これは当初の計画にはなかった掘削であるが、現地で情報を得て、うまくゆきそうだと判断して行うものである。野外研究では、現場でなにかをみつけて、それを糸口に研究が発展することがままある。これを機会に洪水研究にも発展させられたらと期待している。

本文は学生たちに野外研究のおもしろさを知ってもらいたいと思い執筆した。まずは野外にむかい一歩踏み出し、何事かを感じ、自分が面白いと思えるものを見つけて欲しい。



図28. コアリング終了記念写真.

### 謝辞

プロジェクトを進めるあたり、TPRLのルリー・メリング所長、TPRLスタッフ、JMGのアブドラ・スライマン博士、トレンガヌ大学のハスリザル・ビン・シャリ博士、琵琶湖博物館の林竜馬博士、北海道大学の関宰博士、北里大学の眞家永光博士には並々ならぬお世話になっている。とくにルリーさんには調査のたびにご自宅に泊めていただき、ご家族ぐるみでお世話になっている。この場をお借りしてお礼申し上げたい。

### 文献

- Melling, L., 2016. Peatland in Malaysia. In *Tropical Peatland Ecosystem* (edited by Osaki, M. and Tsuji, N.). Springer Verlag, pp. 59-73.
- Partin, J.W., Cobb, K.M., Adkins, J.F., Clark, B., Fernandez, D.P., 2007. Millennial-scale trends in west Pacific warm pool hydrology since the Last Glacial Maximum. *Nature* 449, 452-455.