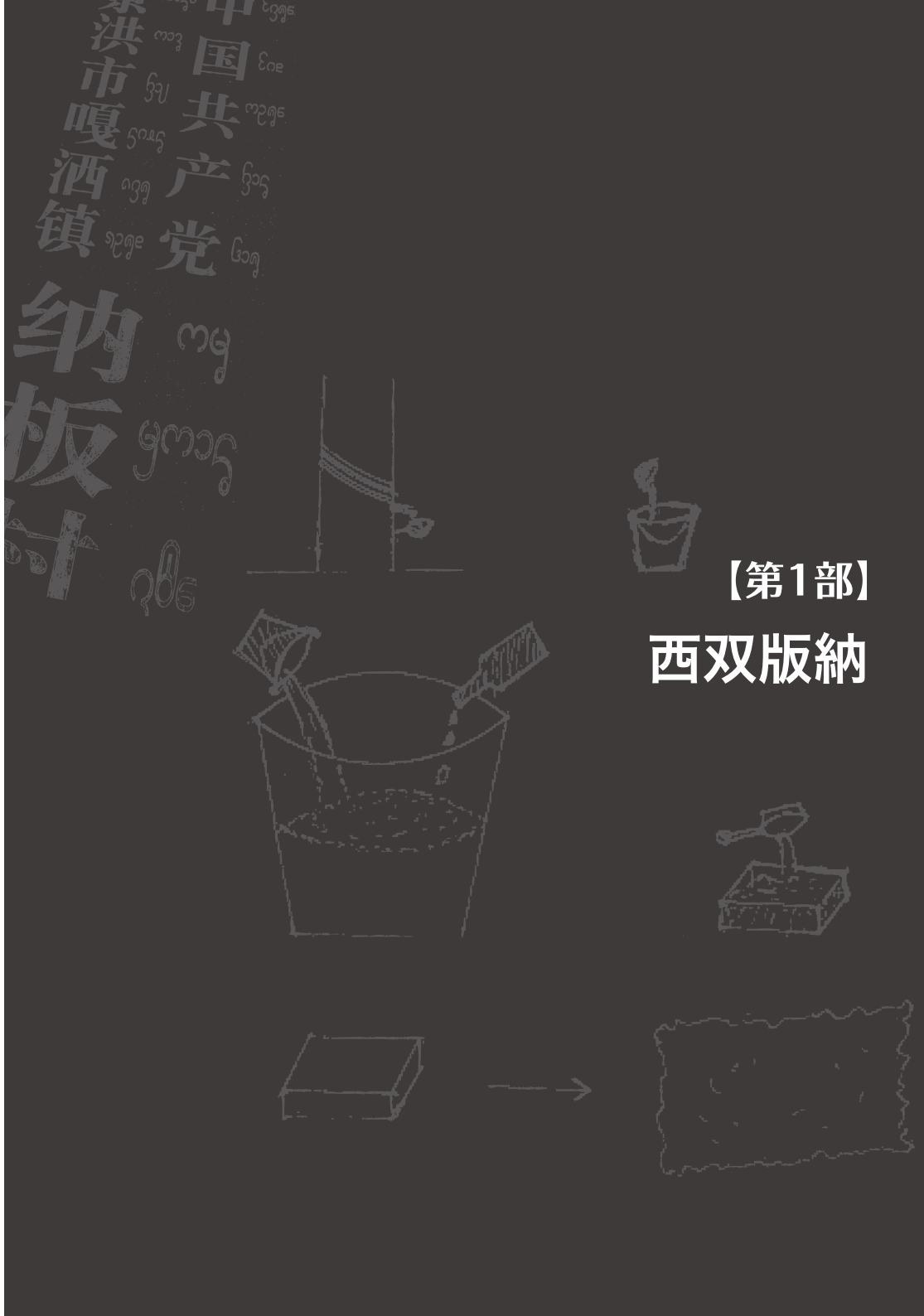
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	ゴム農園と水質汚染
Author(s)	朱, 倩沁
Citation	GLOCOLブックレット. 2013, 11, p. 37-44
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/48389
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka



【第1部】

西双版納

ゴム農園と水質汚染

朱倩沁　大阪大学大学院工学研究科博士前期課程

1. はじめに

今回の調査地である納板保護区は、中国初の小流域生物圏の保護理念により企画、設置された総合的かつ多機能性を備えた保護区である。納板保護区は西双版納傣族自治州に位置する。納板河流域を中心に、総面積は2万6600ha、西双版納全体の1.36%を占める。標高は北西部が高く（最高標高地点2304m）、東南部が低い（最低標高539m）。年間降水量は1100～1600㎜、年間を通して平均気温は18～22℃、多様な生態系にも恵まれたエネルギーが豊富な地域である（納板保護区のホームページによる）。

保護区は東北をメコン川に包囲されており、納板河（24km）が保護区の南北を横断し、メコン川に注ぐ。メコン川はアジアで最も重要な国際河川のひとつであり、水源は中国の青海省に位置し、雲南省、ラオス、ミャンマー、タイ、カンボジア、ベトナムを経由し、南シナ海へと流れている。納板河流はメコン川の上流部の支流のひとつである。この流域の水質が下流部からメコン川の全体に至るまでの水質資源を左右する。すなわち、上流部における水資源及び環境の保護はメコン川の生態、さらに河川流域に暮らす人々の生活などに対し、重要な意味を持つ。

2012年8月6日～8日、大阪大学GLOCOLは西双版納の保護区でフィールドスタディを実施した。幸いながら、私もその一員として調査に同行することが出来た。調査では、無許可の入域が禁じられている保護区において主に8つの原生態の村々を訪れた。各村の民族構成と人口は、大糯有村（ラフ族304人）、納板村（傣族188人）、茶厂村（ラフ族88人）、潘丙村（ハニ族162人）、曼点村（傣族279人）、曼兴良村（ラフ族217人）、上大安村（ラフ

族387人）となっている。この調査のテーマは保護区の水資源、特に水質汚染問題に関する研究である。村民を対象としたインタビュー調査では新たな発見があった。保護区内の自然林が多く残っている原生態村の主な水質汚染源はゴム栽培、加工に伴い流出した工業廃水であること、その他の外来種（例えばバナナ栽培産業）の導入後、農薬が多用され、農業廃水が生じたことである。そこで本稿では、地元住民への聞き取り調査の結果を整理、分析し、問題解決に向けた提言を行う。

2. ゴム農園

中華人民共和国の成立後、西洋諸国の経済封鎖の打破、国内における物資及び人々の生活のニーズの解決のため、中国の政府は海南省や西双版納などに国営農場を建設し、ゴム栽培を開始した。1956年に初のゴム農園の建設以来、西双版納は中国最大の天然ゴム栽培地域の地位を保っている。1960年代は傣族、ハニ族など当地域の人々は、国営農場の指導の下でゴム栽培を始めたが、小規模であった。1980年代～90年代初頭までは、民営ゴム農場の初期発展段階であったのだ。1994年、政府は天然ゴムの経営及び販売権の開放を宣言した。そこで、西双版納の民営ゴムは発展のチャンスを迎えたのである。西双版納の景洪、勐腊等の県、市などは大規模なゴム植林を実施した（楊築慧：2010）。現在、西双版納ではゴム栽培面積が拡大している。2012年5月までの統計データに基づくと、ゴム栽培面積は約368万畝（ムー）である（潘希・張雯雯・邱鋭 2012）。これは当区域面積の13.7%を占めており、多くのゴム農園は原生林を伐採して拡大してきた。ゴム栽培により、当区域の生産様式、伝統文化、ライフスタイルや考え方が大きく変化しただけではない。区域の生態系にも大きな影響も与えたのである。

以下は本調査で得た情報である。

ハニ族潘丙村長の発言の要約：気候により、保護区内のゴムは4月～11月まで採取できる。そのためゴム栽培は長期間に及ぶ作業である。ところが、気温が3日連続で15℃以下になると、即座にゴムの採取作業を中断し、翌年気温が20℃に以上になるまで待たなければならない。温度が3℃以下になれば、ゴムの樹の表皮が全て裂け、樹木自体が使えなくなる。この村では1986年からゴムを栽培し始めた。地元政府が農業を指導、組織化し、経済援助を提供した。村民に対しては、ゴム栽培に関する知識を教授した。結果、保護区内全体の経済的利益が向上した。

次に、曼点村の事例である。曼点村には67世帯があり、傣族が人口の70%を占める。この村の経済はゴム産業が中心で、各世帯がゴムを栽培している。村の中でも最も広い栽培面積を保有する世帯は80畝（ムー）のゴム農園を所有し、年収が50～60万円であるが、小規模な面積でも10畝（ムー）余りのゴム農園である。ゴムは村に多大な経済的利益をもたらした。平均1人当りの収入が1万5000元である。保護区内では非常に豊かな村に相当する。訪問した8つの村の中で、気候的な問題上、ゴム栽培が不可能な上大安村及び曼兴良村では、ゴムではなく茶葉を主に栽培している。標高の高さが問題でゴム栽培に適さない大糯有を含めた村々では、ゴム栽培が産業の中心である。大糯有は標高800～900mに位置し（ゴム栽培に最適の標高は300～400mであるが）、村民が経済的な豊かさを希求し、栽培上のリスクにもかかわらず、ゴム栽培産業を導入した。

保護区全域のゴム栽培についての統計は存在しないが、5万畝（ムー）のゴム栽培面積が十分存在すると考える。

図1：筆者作成

3. 天然ゴムの凝固、加工

ゴムの樹の幹表皮に切り口を入れると、樹皮内の乳液管が切断される。すると、エマルジョンの多い樹液が分泌される。この樹液はラテックスと言う。ゴムの樹から採取したラテックスを希釈してから酢酸を加えて凝固させ、洗浄後にシート状に仕上げ、乾燥、包装して販売されるのが天然ゴムである（図1参照）。天然ゴムは燻煙シート、風乾シート、技術的格付けゴム、濃縮ラテックスなどに仕上がり、製造過程はかなり複雑である。

特に新鮮なラテックスの凝固は、天然ゴムの品質を左右する最初の重要な製造段階である。今回のインタビュー調査では、私たちは

天然ゴムの加工に関していくつか質問をした。村長らの見解に基づくと、ゴムのラテックスは液状での運送が困難であるため、ラテックスを採取後、普通の凝固加工を家庭で行う村民が多い。村民は地方の技術者の指導を受け、蟻酸でラテックスを凝固させてから現地のゴム加工工場に輸送し、再び加工する。納板村村長の家屋の1階で撮影した家庭内ラテックス作業場での加工の様子を示したのが写真1である。写真2は蟻酸溶液の入ったポリタンクである。任意で家屋内に設置されていた。なお、家屋は木造建築であり、2階部分は村民の居住と暮らしの場所となっていた。

写真1：傣族の家屋。1階でゴムの乳液を加工する

写真2：工業的に作られた蟻酸。家庭で保存されている

納板村村長は50 ～ 60kgのゴム生産には「約300gの蟻酸」が必要だと述べていた。だが、調査では正確な数値を明らかにすることが出来なかった。「約300gの蟻酸」の使用量は村民皆が述べる大体の数値であった。蟻酸の効果で凝固が促進されるほか、蟻酸は安価であるが、一方で大きな欠点もある。健康障害と環境汚染である。まず、蟻酸の刺激性と腐食性は強く、多少毒性がある。作業は重労働であり、心身の健康に影響を与えることが挙げられる。また、使用法と使用量の規制が厳しい。排出された廃水の酸性度は強く、化学的酸素消費量（COD）など汚染物の含有量も多い（丁麗・陳美・劉培銘・張北龍 2007）。

4. ゴム加工廃水の処理

ラテックスの加工による汚染は、ゴム産業にとって無視できない問題である。特に既述した納板村村長に対するインタビュー調査結果では、地元住民たちが蟻酸を用い、凝固加工した後、加工後の乳清であっても蟻酸を含む廃水を直接地面に流しているという事実が発覚した。廃水は、河川に流れる、もしくは地下水に入り込み、最後に川と合流する。環境汚染は中国では非常に敏感な問題であるためだろうか。村長と現地職員は環境汚染に関する話を拒む様子であった。しかし、ゴム加工に起因する廃水は西双版納の水系に対しサトウキビ製糖業に次ぐ汚染になったという記述もあり、事態は深刻である（胡邵雲：2002）。

ラテックスを凝固させると、大量の酸性有機物を含む酸性廃液が残る。保護区内の天然の生ゴム加工方法はそのほとんどが蟻酸凝固法を採用している。排出された廃水汚染物質中は水溶性であり、不溶物は少なく、主にタンパク質、アミノ酸と有機酸などが含まれている。農務省天然ゴム加工重点開放実験室、さらに中国熱帯農業科学院農産物加工研究所の研究報告書によると、天然ゴム加工廃水の排出に対し、特に管理、監視の必要性のある項目はpH値、BOD5、COD、浮遊物質、アンモニア、排水量の6項目である（丁麗・陳美 2005）。そのうち、CODは水質汚染度を測定する重要な指標のひとつであり、天然ゴム加工廃水酸素に次ぎ、生物処理及び基準排出によく用いられる重要な検出指標でもある。マレーシアのゴム研究院の資料によると、1tの新鮮なラテックス加工のために排出された廃水中に、CODが92.9kg、BODが58.9kg、総窒素が4.9kg、アンモニアが2.6kg含まれているという（李宗輝・唐文浩 2007）。保護区内では体系的なゴム凝固排水処理システムが整備されていない点は重大な問題である。

5. 考察：敗水処理及び水質汚染に対する提案

廃水と水質汚染の要点は以下の2つの方法を採用し、問題解決への糸口を探る。ひとつは、ラテックス凝固方法の改善である。ふたつ目は、廃水処理方法の設置もしくは改善である。

一般的に凝固剤の種類により、天然ゴムの凝固方法には以下の方法が挙げられる。

①**ラテックスの自然凝固：**ラテックスがゴム樹から流れ、一定時間が経過すると自然に凝固するが、時間を要するだけでなく完全な凝固が難しい。

②**酸凝固：**採取した新鮮なラテックスの中に一定量のアンモニアを保存剤として入れ、工場に輸送し、まとめて凝固加工を行う。酸を加え、アンモニアを中和して凝固させる。蟻酸、硫酸、酢

酸は伝統的な凝固剤である（この凝固加工方法の欠点については、すでに上述した）。

③無機塩凝固：ラテックスに各種の塩を添加する際、適量のバリウム、鉛、マグネシウム、カルシウムや亜鉛のアセテートにより、高温下で未処理の新鮮なラテックスが容易に凝固する。だが、製品の硫化特性、抗老化性能、特に熱の性能が明らかに不足している。

④生物凝固：新鮮なラテックスに多少の菌株を加え、豊かな炭素源を提供することにより、その発酵力を高めて凝固の目的を果たす。

⑤その他の凝固：例えば塩、脱水剤、加熱、冷凍、強制的な機械を用いた撹拌などにより、ラテックスが固まれる（丁麗・陳美・劉培銘・張北龍：2007）。

ここで新鮮な天然ラテックスの凝固方法はそれぞれの利点と欠点があることが分かる。第4番目に述べた生物凝固はアンモニアでラテックスを保存しない、酸で凝固しないが、微生物菌種と栄養剤を入れる。微生物の成長した副産物により天然ラテックスを凝固するこの方法は、ラテックス中の天然酸化防止剤と天然硫化促進剤が多く残留する。そのため、製品の硫化特性、抗酸化の性能は他の凝固方法に比べ、明らかに優れており、工業汚染が軽減される。天然ラテックスの生物凝固技術を保護区のラテックス凝固プロセスに導入すれば、ラテックス加工による水質汚染問題の改善が期待される。

また、ゴム加工の廃水処理方法の改善についても考えたい。今回の調査では、残念ながら保護区におけるゴム加工廃水処理に関する状況があまり把握出来なかった。幸いにも、クム人村を訪問した際に、三級生物浄化池設置が明らかとなった（写真3）。このタンクで生活廃水を浄化するだけでなく、ゴム加工廃水の浄化にもある程度の効果が期待されるが、廃水中の有害成分の減少に関する検出結果が無かったため、効果のほどは具体的には把握できていない。保護区から少し離れて外観すると、ゴム加工工場は巨大な四級生物浄化池のように見える。これはゴム加工工場の状況により設立されたものである。地元社会がゴム加工産業の引き起こした環境、特に水質汚染の問題を直面し始め、現状改善に向けた取り組みが進んでいることを信じたい。

写真3：克木村の三級生物浄化池

特に2000年以降、中国において廃水処理に関連する研究が進んでいる。2003年、海南開墾地区のゴム加工廃水処理プロセスデザインの研究や、2012年のEGSB-GASS生物浄化タックプロセスでゴム加工廃水処理まで私は多数の文献を収集した。また、雲南省の景洪農場では酸素過剰ゴム廃水を用いてゴム園を灌漑した結果、経済的、社会的成果を収めている（王宏彦・伏伯群：1999）。調査結果から、景洪農場では廃水処理プロセスを設計、乳清の循環使用を採用し、汚水及び高濃度の廃水処理を行い、廃水処理場の現場条件により池のシステム及び生物浄化タンクの安定化を試みる処理プロセスを提案したことがわかった（胡邵雲 2002）。

保護区での現地の状況と文献レビューに基づき、整理すると以下の2点が提案される。まず、家庭式作業場の操作を削減し、ラテックスを集約的に加工、処理し、工場内で大型廃水処理システムを設置する。さらに、保護区内の生活状況に配慮し、村内で小型の循環汚水処理システムを設置する（これらは専門家が現場を調査、研究を進めた上で実施する必要がある）。

6. まとめ

水資源の保護は持続可能な環境にとって不可欠である。メコン川の上流部にある山地保護区を調査地として選択したのは、地域の環境が都市に比べ自然状態に近く、美しいだけでなく比較的汚染度が低いからである。ところが、経済的豊かさや発展、近代化を追求する人間中心の欲望は地方における経済構造をも変化させただけでなく、環境問題の深刻化を招いている。

本調査から分かったことであるが、保護区内で合理的なゴム加工廃水の処理方法が存在しないのではなく、環境保護に対する最適な方法は現在模索されており、応用段階に至っていなかった。その理由としてひとつは、保護区の環境条件が比較的良好で、汚染の危険性があまり意識されていないことである。また、新たな設備導入に必要な資金が不足しており、実施に意欲的である

が、経験や能力が伴わない点である。彼らは環境、水資源の保護について伝統的な知識を持つものの、現代の科学技術の産物、様々な化学製品や外来種に関する知識に乏しい。これらの積極的な導入に対して村民たちは非常に危険な立場に立たされている。そこで環境問題解決に当たり、科学分野の知識を持ち合わせた政府の役員による水資源保護の指導が求められる。

私の考察が不十分である点は否めないが、本稿が少しでも保護区における環境保護活動の一助となれば幸いである。

参考文献

楊築慧
2010　「ゴム栽培と西双版納タイ族社会文化の変遷」『民族研究』2010(5)。
潘希・張雯雯・邱鋭
2012　「西双版納熱帯雨林区、ゴムプランテーションによる危機」『中国科学新聞』2012(2)。
丁麗・陳美・劉培銘・張北龍
2007　「天然ラテックス凝固プロセスの研究進展」『熱帯農業科学』27(2)。
胡邵雲
2001　「西双版納農墾ゴム工場廃水治理現状と提案」『雲南熱作科技』2001(3)。
丁麗・陳美
2005　「天然ゴム加工廃水処理と総合利用」『熱帯農業科学』25(6)。
李宗輝・唐文浩
2007　「天然ゴム加工廃水処理の研究の現状と展望」『エネルギーと環境』2007(1)。
王宏彦・伏伯群
1999　「酸素過剰ゴム加工廃水でゴム農園を灌漑する」『雲南熱作科技』1999(4)。

〈ウェブサイト〉
納板河流域国家級自然保護区
http://www.nbh.gov.cn