

公益信託 エスベック地球環境研究・技術基金

平成 29 年度助成金研究報告書・概要書

テーマ名：ミャンマー農山村地域における環境教育の実施と
水質モニタリングネットワークの構築

埼玉大学 工学部 環境共生学科 藤野 毅

本活動は、これまで全く科学的な水質情報が得られていないミャンマーの農山村地域において、地元の政府関係者や大学、および住民らと共に水質の基礎データを共有し、その現状を認識すること、今後開発等の人間活動による影響を予測できるように大学教員やアセスメント技術者に対して専門的知識を提供し、有効に機能すること、および環境 NPO の設立を促し、自立した水質モニタリングシステムを構築することを目的に行われた。また、これまでの現地での活動と併せ、国内外のシンポジウムや学会、セミナーにおいて成果発表を行った。

[主な活動履歴]

- 平成 29 年 8 月 The 2nd Int Sym on Conservation and Management of Tropical Lakes
においてチン州とシャン州の水質について研究発表(場所：カンボジア)*
- 9 月 日本陸水学会においてシャン州・インレー湖の水質について研究発表*
- 10 月 環境コンサルタント会社・Myanmar Sustainable Development
Engineering Services と環境アセスメント協会の設立に関する協議*
カンボウザ銀行本店において財団に NPO 団体設立の説明と支援を要請*
- 12 月 チン州・カンペレにおいて河川水と底生生物調査
- 平成 30 年 3 月 マンダレーおよびシャン州内の地下水と河川水の調査
大分大学で開催したミャンマー生活科学調査報告会において活動内容について発表*
- 6 月 ミャンマーで初めて設立した環境アセスメント協会 (MIAA) に対して
水質管理に関するセミナーを実施
カイン州・パアンにおいて地下水・河川水の水質を調査、セミナーの実施
- 8 月 東京で開催した国際シンポジウム (Eco Hydraulics) においてミャンマー
セッションを企画・開催
- 9 月 The 3rd Int Sym on Conservation and Management of Tropical Lakes
においてシャン州・インレー湖の大規模浮き畑の影響についての研究発表
(場所：カンボジア)

(* は本基金の支援によって実施、他は自費もしくは別予算にて実施)

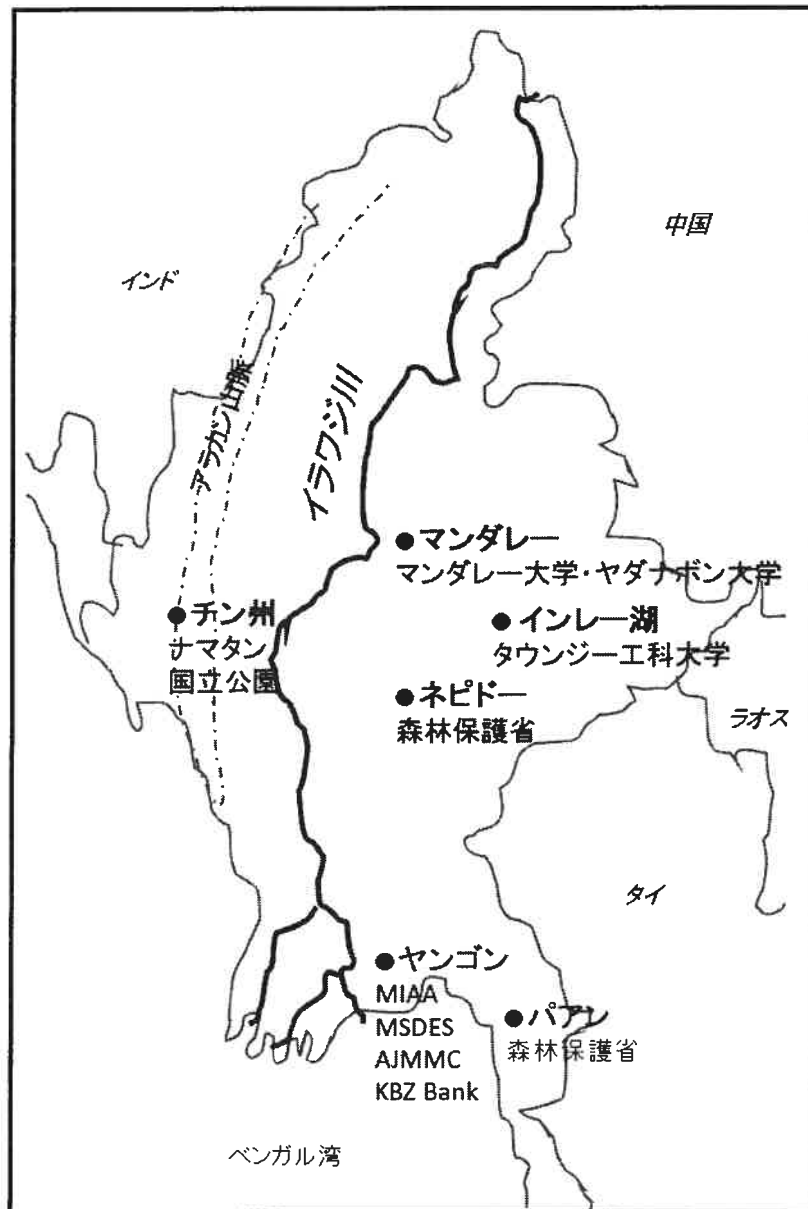


図 活動期間中に訪問した地域と相手組織

MIAA : ミャンマー環境影響評価協会(Myanmar Impact Assessment Association)

MSDES : 環境コンサルタント (Myanmar Sustainable Development Engineering Services)

AJMMC : 日本ミャンマー交流協会 (本活動推薦者所属団体)

KBZ Bank : カンボウザ銀行

[水質調査結果の概略]

ミャンマーは5月下旬から10月中旬までアジアモンスーンの影響を受けて雨季、10月中旬から3月中旬までは乾季、3月中旬から5月下旬まで暑希と3つに分かれる。本活動期間中、カイン州・パアンは雨季であるため河川水質（一般項目）に特徴は見られなかった。チン州・カンペレはアラカン山脈の南端にあり、森林が豊で乾季でも湧き水が絶えず水質（一般項目）も良好である。但し、近年の観光地化のための道路整備による環境破壊が著しく今後は注意が必要である。マンダレーでは、織物工業が盛んであるが一切の排水処理がない。近隣の湿地に排水をプールし、最終的にはイラワジ川流入する。マンダレーからシャン州に入った郊外はもともと森林であったが大規模なスイカ畑になっている。石灰岩によるせいか河川水のpHは9以上であった（要再検査）。また、シャン州・インレー湖では、浮き畑による大規模なトマト栽培が産業となっており、多量の化学肥料・農薬が散布され、直接湖に拡散する。特にその汚染を防ぐ措置を取らないため湖全体への影響が心配である。しかしながら、栄養塩濃度として乾季にトマト栽培地の周辺でリン酸が高いことが確認できたこと以外には特に目立つ数値にはなっていない。これは湖の滞留時間が3ヵ月程度と比較的短く、濃度として影響は現れにくい。しかしトマト畑の中心部の農薬の臭いは強く、土壌の生物相も貧弱であった。夜間にライトトラップによって水生昆虫の出現を試みたがほとんど飛翔してこなかった。

[モニタリングネットワークの構築について]

2017年10月11日に、AJMMCからの紹介としてミャンマーの大手銀行であるカンボウザ銀行本店（KBZ Bank, Yangon）の設立者 Than Lwin 氏を訪問した。カンボウザとはシャン州の愛称でインレー湖はシャン州のシンボルである。Than Lwin 氏はシャン州タウンジー出身である。インレー湖の管理をはじめ水質のモニタリング活動を目的としたNPOの設立と、その財政的援助を願い出たところ前向きに捉えて頂いた。これから詳しい計画書を提出して銀行が持つ財団に支援を要請することが決まった。

2018年6月25日に、同国では同年3月に初めて設立された環境アセスメント協会（MIAA）のメンバーに対し、日本の河川水質管理に関わる講演を行い基礎データ収集の重要性を呼び掛けた。

[今後について]

本年10月、ひ素、マンガン、水銀、カドミウム、亜鉛など、重金属類を微量で検知できるポータブルセンサーを購入した。Facebookで紹介したところ大きな反響を呼んでいる。11月に現地を再訪問する予定で、地下水を中心にスクリーニングを行う。



水質モニタリング活動の NPO 設立に向けた会合 2017.10.11 KBZ Bank, Yangon にて
(左から SuSu(AJMMC)、藤野、Than Lwin、Myat(KBZ)、Aung Phyو(埼玉大研究生))



MIAA メンバーとの講演後の集合写真 2016.6.25 Yangon にて
(右端はチェアマンの Aung Nanda(MEDES))

公益信託 エスペック地球環境研究・技術基金

平成 29 年度 助成金研究報告書

テーマ名：ミャンマー農山村地域における
環境教育の実施と水質モニタリングネットワーク
の構築

平成 30 年 10 月

埼玉大学 工学部・環境共生学科

藤野 毅

要 約

ミャンマー農山村域はインド・ビルマホットスポットの中核として生物多様性が高い。現地住民は経済成長著しいヤンゴンなどとは程遠い貧しい生活を送り農業を基盤とする。極めて素朴で日常を自然と共に暮らし、自然保護の意識はあるが水一つにおいても保全のノウハウが全くない。他方、隣国系の会社による水力ダム開発と称する鉱物資源探索まがいの環境破壊も垣間見られる。

申請者は 2012 年から開発が遅れた西部チン州南部にて自主的に現地の環境を観察し続け、地元住民にも活動を認知されている。最近では気候変動によって安定して水が確保できるか懸念が広がっている。また同国は孤児が非常に多く、寺院で孤児を育てている。ヤンゴン郊外の農村域も例外ではなく、水は地下水に頼っている。申請者は英国植民地時代も研究の空白地であった西部山村域で水と河川生物を調査し、その経験を活かして現地の高校生や森林レンジャー等に環境教育を実施し、彼ら自身による水と環境指標生物種の継続的な採取を提案する。山村域では湧き水、平野部の農地・孤児院では地下水を利用するため定期的に水を採取して現地の水質一般項目類を評価し、さらに日本で各種無機イオンや溶存有機物の由来分析を実施してデータベース化を図る。この活動から環境 NPO を立ち上げ、環境保全を目的とする同国で初の水質モニタリングネットワークを構築する。河川では水生生物種の出現状況を調べ、その多様性を認知するためにイラストや写真による生物図鑑を作成し、これを孤児院を含む学校教材として提供する。国全体で水質を知る機会は非常に少なく、一定の水質項目について状況を認知する。初年度は貴財団により半分程度の補助を受けて実施し、次年度は同国の銀行が持つ財団に活動費の支援を要請する。申請者は 20 年スパンで地域の行く末を見据えるつもりである。

【期間中の主な活動の履歴】

これまで全く科学的な水質情報が得られていないミャンマーの農山村地域において、地元の政府関係者や大学、および住民らと共に水質の基礎データを共有し、その現状を認識すること、今後開発等の人間活動による影響を予測できるように大学教員やアセスメント技術者に対して専門的知識を提供し、有効に機能すること、および環境 NPO の設立を促し、自立した水質モニタリングシステムを構築することを目的に行われた。また、これまでの現地での活動と併せ、国内外のシンポジウムや学会、セミナーにおいて成果発表を行った。

- 平成 29 年 8 月 The 2nd Int Sym on Conservation and Management of Tropical Lakes
においてチン州とシャン州の水質について研究発表(場所：カンボジア)*
- 9 月 日本陸水学会においてシャン州・インレー湖の水質について研究発表*
- 10 月 環境コンサルタント会社・Myanmar Sustainable Development
Engineering Services と環境アセスメント協会の設立に関する協議*
カンボウザ銀行本店において財団に NPO 団体設立の説明と支援を要請*
- 12 月 チン州・カンペレにおいて河川水と底生生物調査
- 平成 30 年 3 月 マンダレーおよびシャン州内の地下水と河川水の調査
大分大学で開催したミャンマー生活科学調査報告会において活動内容について
発表*
- 6 月 ミャンマーで初めて設立した環境アセスメント協会 (MIAA) に対して
水質管理に関するセミナーを実施
カイン州・パアンにおいて地下水・河川水の水質を調査、セミナーの実施
- 8 月 東京で開催した国際シンポジウム (Eco Hydraulics) においてミャンマー
セッションを企画・開催
- 9 月 The 3rd Int Sym on Conservation and Management of Tropical Lakes
においてシャン州・インレー湖の大規模浮き畑の影響についての研究発表
(場所：カンボジア)
- (*は本基金の支援によって実施、他は自費もしくは別予算にて実施)

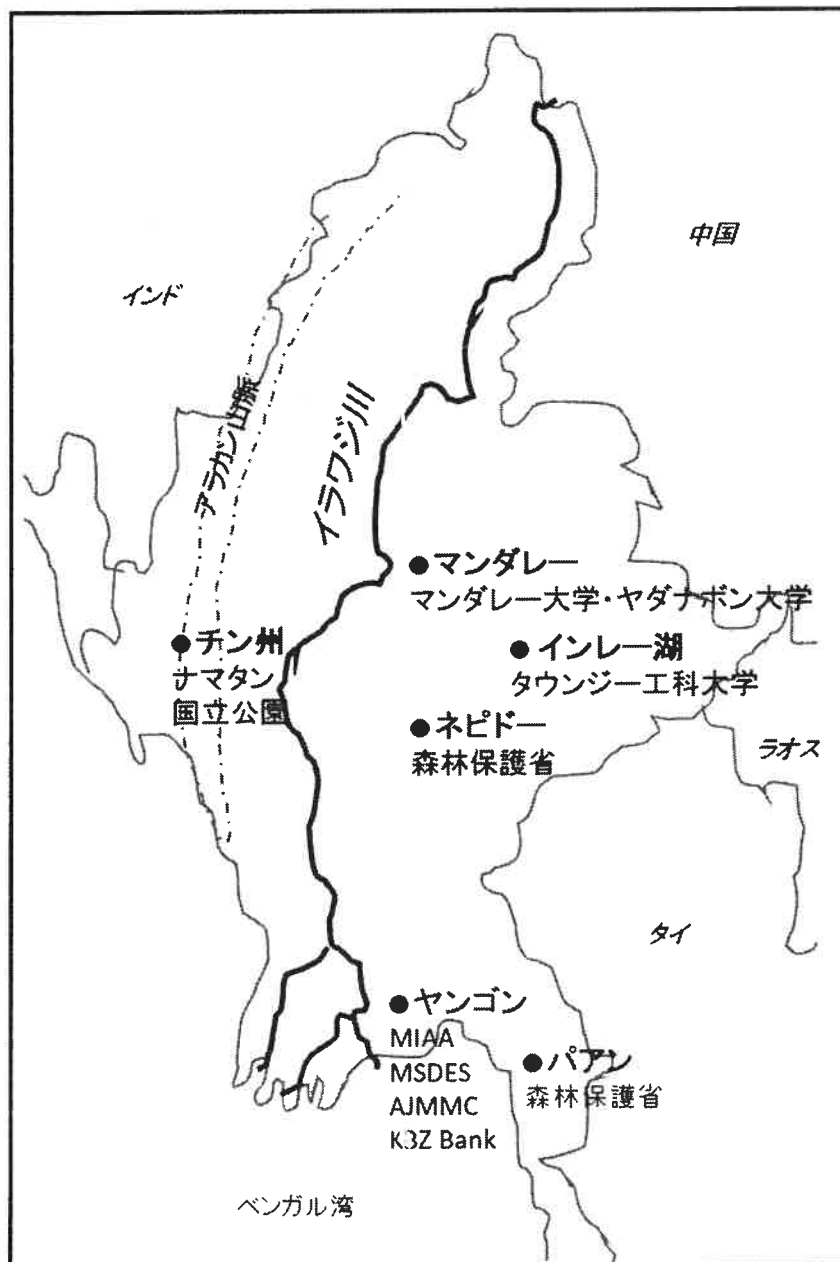


図 活動期間中に訪問した地域と相手組織

MIAA : ミャンマー環境影響評価協会(Myanmar Impact Assessment Association)

MSDES : 環境コンサルタント (Myanmar Sustainable Development Engineering Services)

AJMMC : 日本ミャンマー交流協会 (本活動推薦者所属団体)

KBZ Bank : カンボウザ銀行

本基金の支援を受けて行った学会等発表論文、発表ポスター、発表スライド

1. Fujino T and Htet Htet Moe: Current situation and problems of water environment in Myanmar, The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Siem Reap, Cambodia, 2017 August 24th.
2. Htet Htet Moe and Fujino T: Current situation and problems of Inle lake water management in Myanmar, 第 82 回日本陸水学会(仙北市田沢湖大会), 駒ヶ根グランドホテル, 2017 September 29th.
3. 藤野 毅: ミャンマーの水資源と水質管理, ミャンマー生活科学調査報告会, サテライトキャンパス大分, 2018 April 7th.

Current situation and problems of water environment in Myanmar

T. Fujino* and H. H. Moe*

* Department of Environmental Science & Technology, Saitama University, 255 Shimo-okubo, Sakura-ku, Saitama 3388570, JAPAN (E-mail: fujino@mail.saitama-u.ac.jp; yongnge4@gmail.com)

Abstract

Myanmar is located in the centre of Indo-Burma Biodiversity Hotspot, however, it is vulnerable in terms of conservation for water environment and living organism except for certain areas. Supplying good quality of water is becoming difficult. Restoration of the natural environment is required. On the other hand, the economic activities in urban areas are given priority. The country has diverse life culture that should be respected, environmental protection measures with development are necessary. In this paper, we collect examples on the water quality and evaluate water resources in Myanmar. There are many unclear factors of water footprint, blue water availability evaluations. The basal information is necessary to discuss future issues on water environment.

Keywords

Blue water availability; blue water footprints; Chin state; Inle lake; Shan state; water management

INTRODUCTION

Water scarcity is growing serious and threat to the environment, human health, development, energy security and food supply (Pereira et al. 2009). Although Myanmar is one of high water availability country for whole country base, it is only from a partial view. Water shortage risk in Ayeyarwady (Irrawaddy) river basin appears in February, it is thought to be stable throughout the year based on data for the period between 1996 and 2005 (Hoekstra and Mekonnen 2011). In the long-term, however, the flow volume of the basin had shown a significant declining trend when compared with records from the 1870's (Furuuchi et al. 2009). Another difficulty of valuation is much less of water quality data. The risk of arsenic in drinking water is estimated based on hydro-geological conditions. But, there are very few examples of actual measurement. The authors show some water quality data in Chin state and Shan state, and present challenges to be addressed for the future.

WATER RESOURCES

Estimated water resource per capita for each area in Myanmar is shown in Figure 1. Total renewable water resources are $1,168 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{year}$. Water resource per capita for whole country is $19,481 \text{ m}^3/\text{inhabitant}/\text{year}$. Total water withdrawal and freshwater withdrawal as % of total renewable water resources are estimated $33.23 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{year}$ and 2.845 %, respectively. Myanmar is endowed with abundant water resources. But, there is no detail or accurate data because results are all estimation. Also, here are problems related to their uneven spatial and temporal distribution (AQUASTAT). The monthly distribution of river flows closely follows the pattern of rainfall, which means that about 80 % flows during the monsoon season (mid in May-October) and 20 % in the dry season (November-April). The north-south direction of Myanmar's mountain ranges is reflected in the flow of its major rivers. Ayeyarwady (Irrawaddy)-Chindwin river basin, which is almost entirely located in Myanmar, drains 58 % of the territory.

WATER QUALITY MEASUREMENT

Authors measured stream and lake water quality in two rural area, Chin state and Shan state. The southern Chin Hills are north-south oriented mountain ranges. Their altitude varies from 1,000 m to 3,000 m. The Chin hills are rich in biodiversity with many endemic floral and faunal species, including some endangered ones. People living in this region have their own unique traditions, which are still fairly distinct from those of other states. They make their living mostly or solely using the rich resources of the surrounding forests. The Chee river catchment provides good quality water to the local people and community (Figure 2). The annual water temperature of the river at 735 m altitude around Mindat is between 12-26 degrees Celsius. The water chemistry, pH and the electric conductivity (EC), are stable throughout the year being around 7.5-8.0 and 0.1-0.2 mS/cm, respectively. The dissolved calcium and magnesium ions are 38 and 6.2 mg/L, respectively, which is in the middle hardness range according to WHO guidelines (Table 1). EC of the rainwater was 0.032 mS/cm, indicating there is much less aerial pollution than an urban area. Total organic carbon is around 2-3 mgC/L. Terrestrial humic substances in DOM is detected by excitation emission matrix fluorescence spectroscopy (EEMS). Nevertheless, alterations to the riverscape have been confirmed from recent observations.

Due to annual large-scale heavy rainfall in recent years, the form of the Chee river has altered and the gap in the riverbed has been filled by fine soil which has been transferred from the catchments mountain slopes. In hot season, from April to May, much filamentous algae grow in slow current areas of the riverside. Nutrients supplied from slash-and-burn agriculture is inferred (Figure 2). Although it is a temporary phenomenon, pollution from organic substances is induced and the micro-habitats of various benthic invertebrate is affected or destroyed. Overall, the aquatic biota is simplified, which in turn contributes to a decrease in predatory fish species.

Shan State is largely rural and a hilly plateau, the Shan Plateau with only three cities of significant size: Lashio, Kengtung, and Taunggyi. The largest is the Inle lake in Taunggyi district which runs some 24 km from north to south and 13 km from east to west, covering an area of 155 km². The people of Inle Lake, 70,000, live in numerous small villages along the lake's shores, and on the lake itself. Inle Lake is suffering from the environmental effects of increased population and rapid growth in both agriculture and tourism (Akaishi et al. 2006).

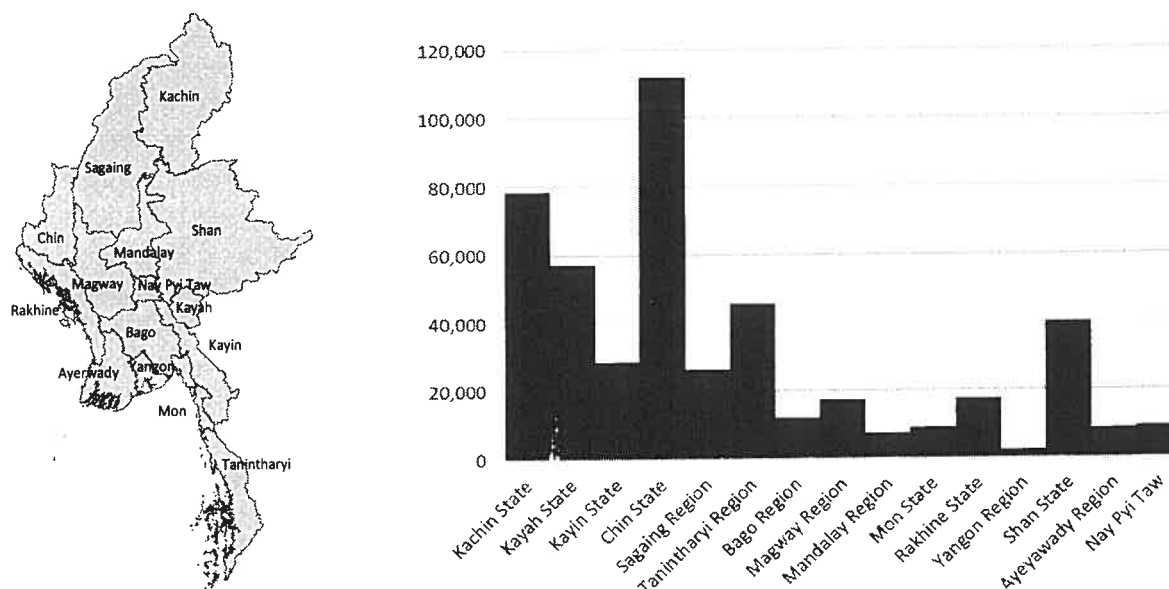


Figure 1. Estimated water resource per capita (m³/inhabitant/year) for each area in Myanmar. Datasets are based on AQUASTAT estimate and Myanmar Statistical yearbook (2010).



Figure 2. Chee river in Mindat, primary forest in Kampetlet, and shifting cultivation in Mindat.

Table 1. Cation concentration of river water sample in 2014.

	Chee-C Mindat	Chee-C Magway	Saw-C Kampetlet	Rainfall Kampetlet
Na, mg/L	9.5	10.9	4.5	1.1
NH ₄ , mg/L	0.0	0.0	0.0	0.0
K, mg/L	0.7	1.0	0.1	0.6
Mg, mg/L	6.2	6.9	3.4	0.2
Ca, mg/L	38.6	45.1	37.2	1.2
Hardness, mg/L	122	141	107	4



Figure 3. Inflow of dense suspended solid, wide tomato cultivation land sprayed chemical fertilizer and pesticide, small flotilla of old engine boat.

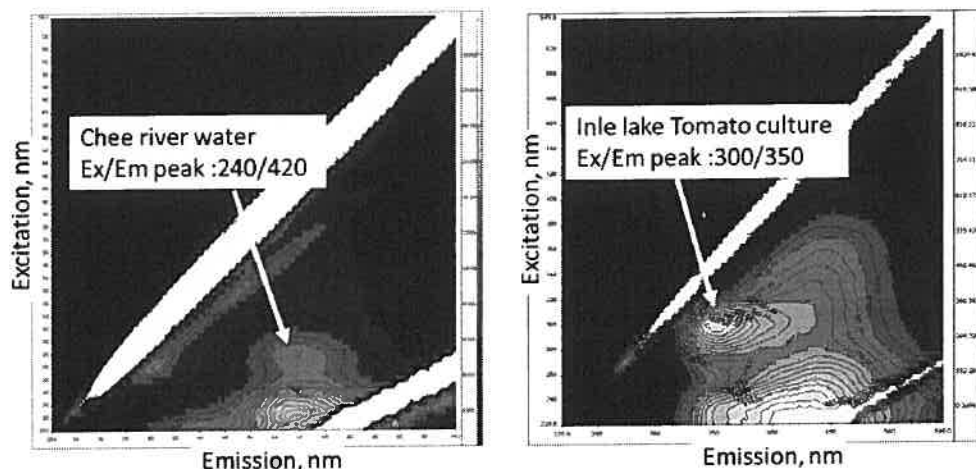


Figure 4. EEMS of Chee river water and Inle lake tomato culture water.

Total organic carbon is around 5-10 mgC/L. The electric conductivity (EC) is more than 0.5 mS/cm in many sampling points. Another DOM peaks by EEMS that is difficult to distinguish the origin were appeared from Inle lake water samples (Figure 4). It is not originated from both humic-like and protein-like substances, but may be from pesticide on the floating gardens or leaking of engine oil from boats. Other anthropogenic causes are also presumed such as organic dye from coloured effluents. Very high contamination of suspended solid in inlet of lake. All surrounding trees were cut and water capacity has been decreased. In 2016, water scarcity was prominently appeared in whole catchment.

IMPORTANCE OF FOREST MANAGEMENT

Past rainfall data for Southern Chin state has never been recorded however, the annual rainfall of Falam and Hakha in the Northern Chin state are 1,457 mm and 1,811 mm, respectively (MNPED 2010). Also, the rainfall on the West Coast side reaches 4,000-6,000 mm due to the effect of the Indian summer monsoon (FAO 2015). In Mindat, rainy day starts in April and continues until in October (Weather Outlook 2015). Therefore, the water retaining function of forests are extremely important in preserving water resources during the dry season. A ratio of deforestation from 2001 through 2010 in Chin state is 0.28%, and it is the most protected region among other areas in Myanmar (Wang and Myint 2016). Therefore, reduction in forest cover due to slash-and-burn agriculture during the 1990's and early 2000's is of increasing concern from the perspective of maintaining both water quality and quantity (Fujino et al. 2013).

In Shan state, on the other hand, most trees around Inle lake has been cut. Myanmar Government has master plan for recovering Inle lake environment in 2015, but system to execute the plan has not yet well-equipped. Together with pollution control, it is important to collect baseline data on hydrological processes as soon as possible.

HIGH RISK AND VULNERABILITY OF WATER ENVIRONMENT MANAGEMENT

The Government signed an agreement with China Power Investment Corporation in 2007 for the construction of seven large dams along the Ayeyarwady river catchment in Kachin state. Construction has not yet been carried out due to opposition from local residents. For Myanmar, baseline data on water volume and water quality are very insufficient. During the dry season, Inland areas of Myanmar are concerned about water shortages. At present, water management is extremely vulnerable, and large dam construction has a high risk of environmental destruction. As recommendations, water footprint and blue water availability evaluations in high accuracy are necessary (Hoekstra et al. 2012).

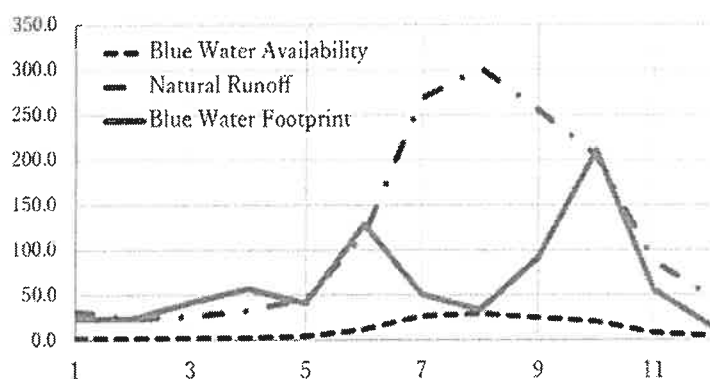


Figure 5. Water scarcity over the year for Ayeyarwady river.

Water scarcity over the year for Ayeyarwady river basin in Myanmar were estimated (Figure 5). The difference between dry and rainy seasons in natural runoff is clear. There are two peaks in blue water footprint because of double cropping of rice. Blue water availability is still not accurate due to lack of measurement data. Environmental flow requirement is also unknown. Accurate grasps for both water quantity and quality are required.

Acknowledgment

This work is supported by ESPEC Foundation for Global Environment Research and Technology (Charitable Trust)

REFERENCES

- Akaishi, F. Satake, M. Otaki, M. and Tominaga, N. (2006) Surface water quality and information about the environment surrounding Inle Lake in Myanmar. *Limnology* 7:57-62.
- Fujino, T. Wityi, H. and Nanda, A. (2013) Aquatic invertebrate monitoring in least developed areas in Myanmar – effect of shifting cultivation on water quality. *Advances in River Sediment Research*. Taylor & Francis Group, 1611-1617.
- Furuuchi, T. Win, Z. and Wasson R.J. (2009) Discharge and suspended sediment transport in the Ayeyarwady river, Myanmar: Centennial and decadal changes. *Hydrological Processes*, 23:1631-1641.
- Hauer, F.R. and Spencer C.N. (1998) Phosphorus and nitrogen dynamics in streams associated with wildfire: A study of immediate and long-term effects. *Int. J. Wildland Fire* 8(4):183-198.
- Hoekstra, A.Y. Mekonnen, M.M. Chapagain, A.K. Mathews, R.E., and Richter, B.D. (2012) Global monthly water scarcity: Blue water footprints versus blue water availability. *PloS One*. 7(2): e32688.
- Ministry of Natural Planning and Economic Development (2010) Myanmar Statistical yearbook.
- Pereira, L.A.S., Cordery, I. and Iacovides, I. (2009) Coping with water scarcity: Addressing the challenges. Springer Science.
- Taft, L. and Evers, M. (2016) A review of current and possible future human-water dynamics in Myanmar's river basins. *Hydrology and Earth System Science* 20: 4913-4928.
- Wang, C. & Myint, S.W. (2016) Environmental Concerns of deforestation in Myanmar 2001-2010, *Remote Sensing* 8 : 728.
- Tun, L. (2015) Weather Outlook, prepared, Former DG of DMH and PR of Myanmar with WMO, CEO, Myanmar Climate Change Watch, TODAY.
- FAO (2010) Global Forest Resources Assessment 2010 Main Report (FRA 2010). Food and Agriculture Organizations of United Nations. Room. Italy.

Current Situation and Problems of Inle Lake Water Management in Myanmar

(1)Htet Htet MOE*, Takeshi FUJINO*

(1) Department of Environmental Science and Technology, Saitama University

Introduction

Inle Lake, the second largest lake of Myanmar, is situated in Shan State in the north-eastern side of the country. The Inle Lake is not only designated as the main attraction of Myanmar's booming tourism but also nominated as one of the heritage of ASEAN countries. The main business of in this area is agriculture with floating gardens. This lake is considered as a warm polymictic lake and the trophic state is eutrophic. In Inle Lake, there are a lot of floating farms in floating islands and are made from masses of floating vegetation. Floating farms are found around the lake margins, tomatoes being a major crop. The tomato plantation is the major food from the Inle floating island agriculture and produces about three tonnes per year and distribute throughout the country. The chemical pollutants from the farms, human wastes and domestic wastes produced from the peoples in everyday finally accumulated in the lake and become contaminated.

Objectives

In the last decade, the lake has been facing serious threats due to the use of chemical fertilizers, pesticides, and organic fertilizers, man-made pressure leading to the deterioration of its water quality and shrinkage of the open water area. This research aims to identify the problems based on data collected from lake authorities, investigation of field data, water quality survey and to prepare the management plan for biodiversity conservation of Inle Lake. It can be useful for the major problems of eutrophication, water pollution, and controlling and monitoring water quality, environmental deterioration and to preserve the lake for future generations.

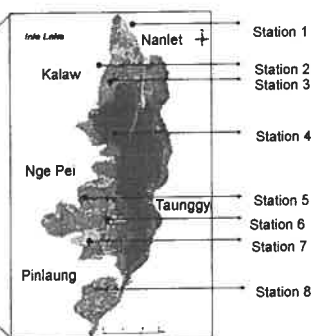


Tomatoes Gardens

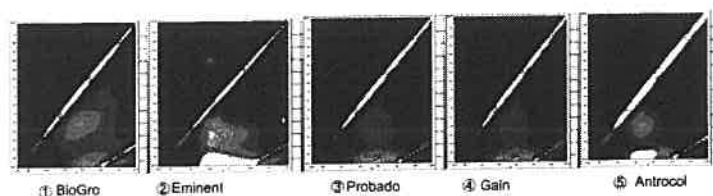
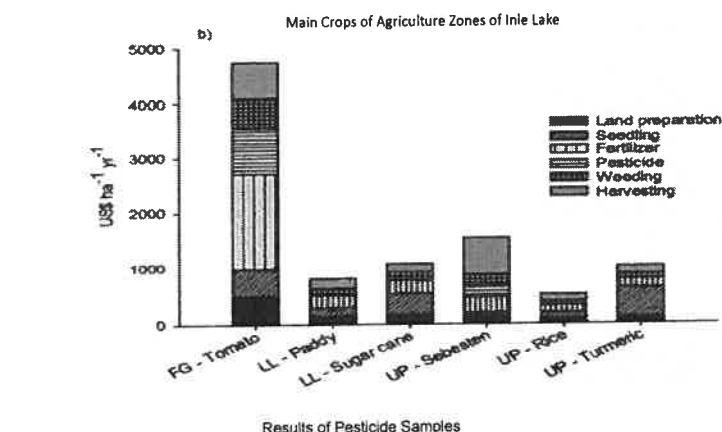
Experiments and Results



Location of Inle Lake



Pesticide and chemical fertilizers Samples for Experiment



Sample	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Sample 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 17	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 18	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 19	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 21	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 22	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 23	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 24	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 25	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 26	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 27	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 28	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sample 29	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

No	Sample	TOC	TO New Peak 1	TO New Peak 2
1	Sample 31	12.57	320/420	290/430
2	Sample 32	15.46	320/430	230/440
3	Sample 33	9.188	310/425	230/430
4	Sample 34	10.79	320/420	220/420
5	Sample 35	11.83	315/420	220/430
6	Sample 36	10.82	310/420	220/425
7	Sample 37	10.02	310/420	220/425
8	Sample 38	11.06	310/420	220/430
9	Sample 39	11.20	310/420	220/430
10	Sample 40	10.37	310/420	220/430
11	Sample 41	10.431	310/420	220/425
12	Sample 42	9.210	310/425	220/430
13	Sample 43	16.24	310/425	220/430
14	Sample 44	16.74	310/420	220/430
15	Sample 45	8.553	310/420	220/425
16	Sample 46	6.657	310/425	220/425
17	Sample 47	7.379	320/425	220/425
18	Sample 48	6.719	310/430	220/430
19	Sample 49	4.465	315/425	220/430
20	Sample 50	3.889	315/425	220/425
21	Sample 51	4.447	320/425	220/430
22	Sample 52	3.796	315/425	220/430
23	Sample 54	5.062	320/430	220/430
24	Sample 55	6.215	320/420	220/425
25	Sample 57	4.849	325/425	220/425
26	Sample 58	5.109	330/425	220/425
27	Sample 61	7.055	325/430	220/425
28	Sample 65	4.804	320/425	220/425
29	Sample 68	5.585	325/425	240/440

ミャンマー 生活科学調査報告
ナアライミヤンバム分
April 7th, 2018

ミャンマーの水資源と水質管理


Iskichi FUJINO
Department of Environmental Science & Technology
SAITAMA UNIVERSITY, ASPO




Page 4 of 10 pages

私とミャンマーとの関わり(2012年5月～2016年)


Research and Project Work in Myanmar (Title, Period, Organization)
- Survey on water quality and benthic taxonomy at headwaters in Chin state, Myanmar, FY2012-2014.
Japan Society for the Promotion of Science (JSPS), Grant-in-Aid for Scientific Research (B) No. 2440004




Work relating to Forest Department, Nyaung-U, May 2012




Shifting cultivation area analyses using GIS & Satellite data for Chin 2008-2017




Lecture at Myanmar Engineering Society, Yangon, Nov 27th 2012



Water quality and Invertebrate Monitoring, 2012-



Environmental Survey at Mindat, Chin, June 4th - 2015 (benthic time)



Soil survey about environmental conservation

私とミャンマーとの関わり(2012年5月～2016年)

Recent activity in Myanmar



Field activity in Myanmar, AMMTC Yangon Office, 2016



View of Hsiao (Hsiao) River, August 10, 2015



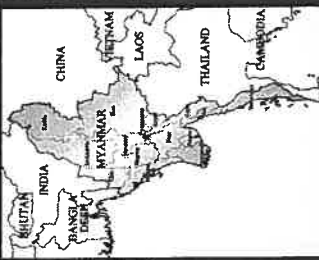
Visiting (bathing) hospital, 50 miles north of Yangon, 2016



MMU rector and AMMTC Yangon in 2015

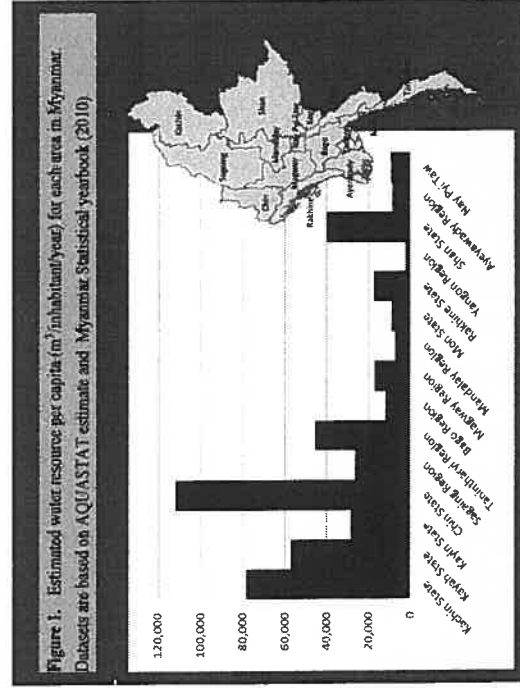
Geography of Myanmar

Shan state is rich in mountains that grows from north to east and west. The highland extends from the north to the south, and there are large plains and plateaus in the central, eastern, highlands, and coastal areas.

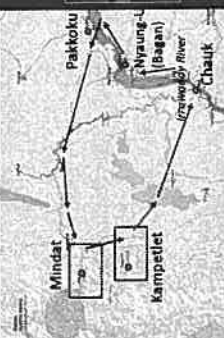


Traditional slash-and-burn cultivation, Chin state
Development is the most delayed, but good nature. A unique culture by ethnic minorities


Tomato Cultivation in Inle Lake, Shan state (floating cultivation)
High tourism income as summer resort after the UK colonial era.

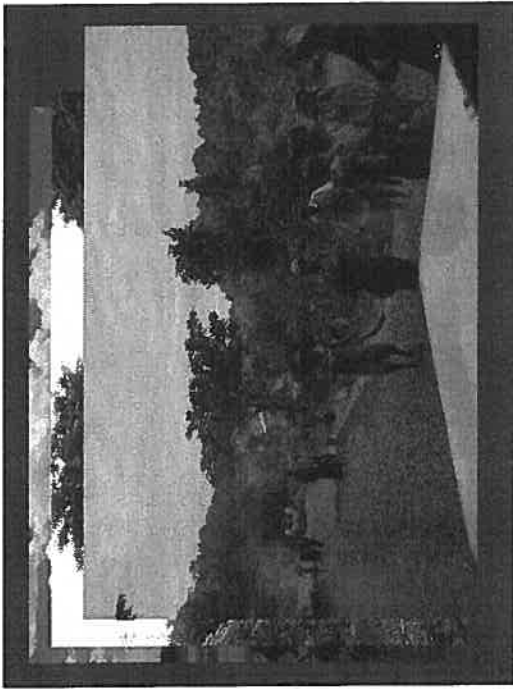


重要時間・ルート
YangonからDIP路まで(約180km)
(道路名はYangon-DIP)



YangonからInle Lakeまで(約180km)
道路名はYangon-Inle Lake



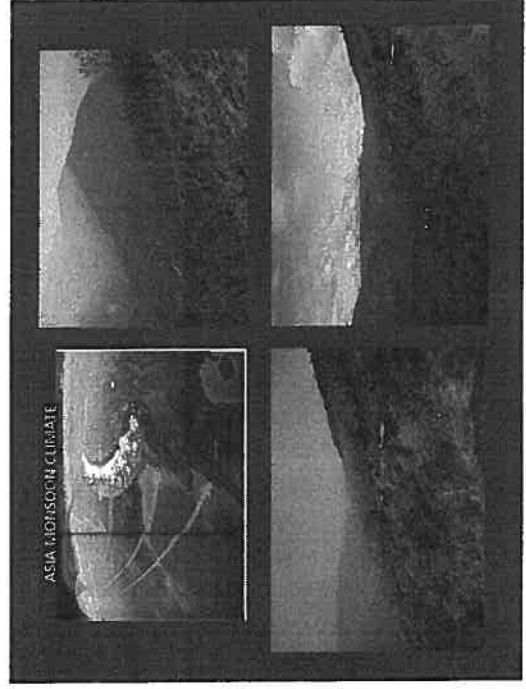


Natural environment around the village
2013 - 14 Kampetlet District, Chin State



Traditional slash-and-burn cultivation

7 Feb 2014

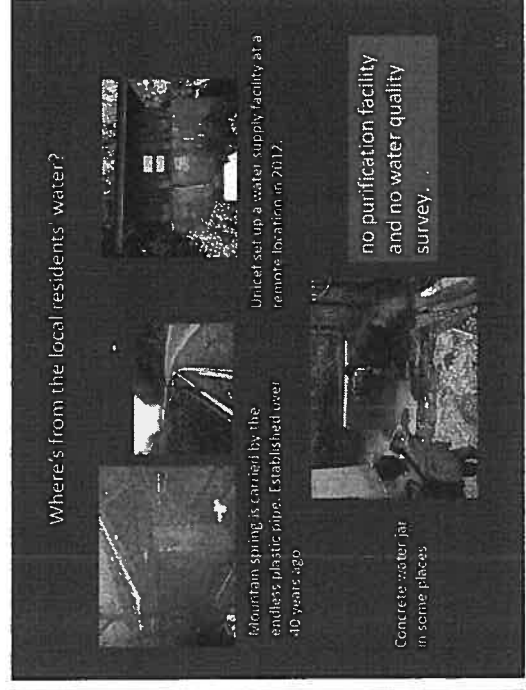


AS A LONG-TERM CLIMATE



Hydroelectric dam construction began without environmental assessment in 2014. It failed due to heavy rain in 2015.

Extensive road widening
The slope is greatly scraped



Where's from the local residents' water?

Concrete water jar in some places

Uncle set up a water supply facility at a remote location in 2012.

no purification facility and no water quality survey.

Survey on water quality and benthic taxonomy at headwater in Chin state, (2012-15)



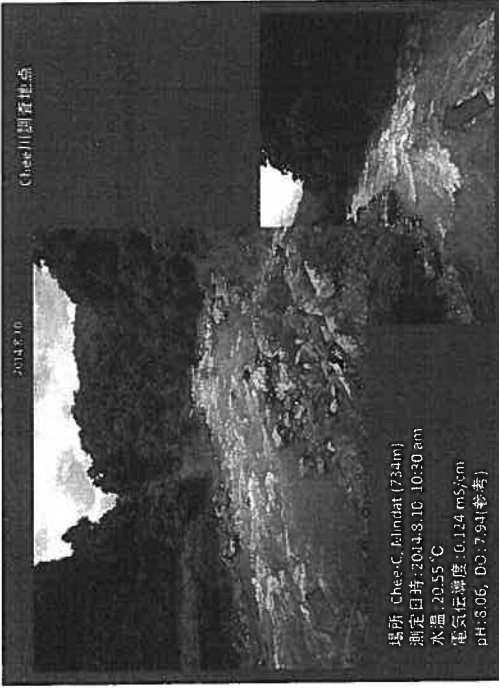
Chuee River Mindat

Seminar on river water quality evaluation by a request of the local forest ranger. (2014.5.9)

Water flow, temp, quality of Chee-C, Mindat



Chee川調査地点



2015.2.7

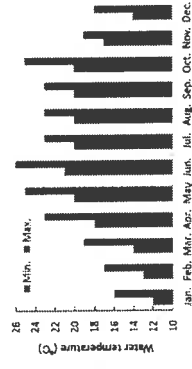
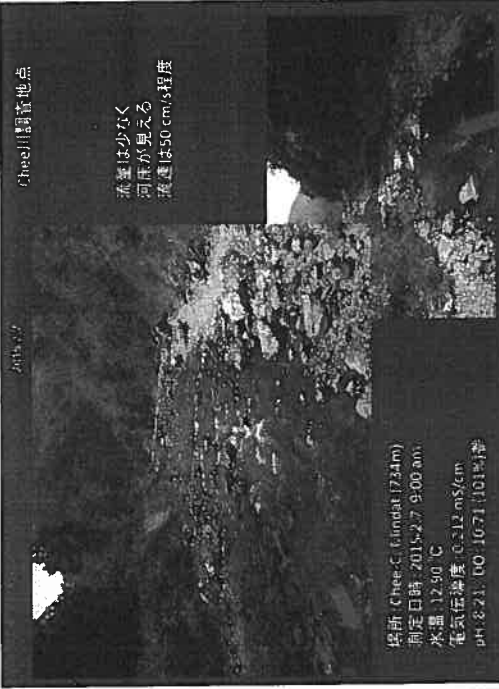
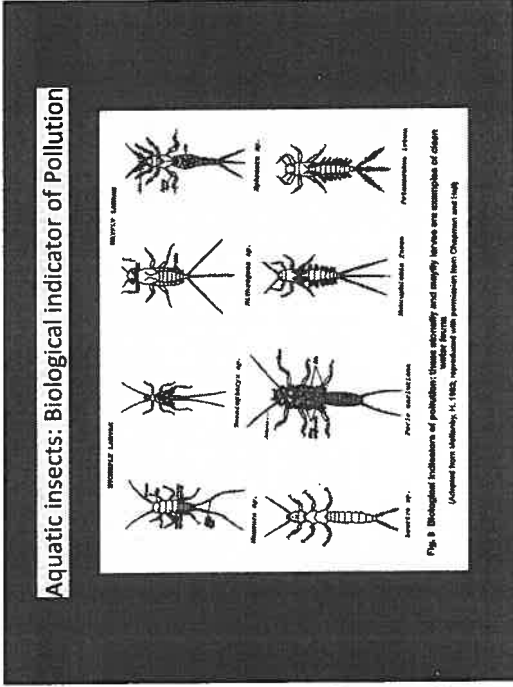


Table 1. Cation concentration of water sample in 2014.

	Chee-C	Chee-C	Saw-C	Rainfall
	Mindat	Magway	Kampollet	Kampollet
Na, mg/L	9.5	10.9	4.5	1.2
NH ₄ , mg/L	0.0	0.0	0.0	0.0
K, mg/L	0.7	1.0	0.1	0.6
Mg, mg/L	6.2	6.9	3.4	0.2
Ca, mg/L	38.6	45.1	37.2	1.2
Hardness, mg/L	122	141	107	4
At pH 7.58.0	Conductivity: 12.4 – 22.1 mS/m			
TOC: 2.3 mg/L				



Aquatic insects: Biological indicator of Pollution

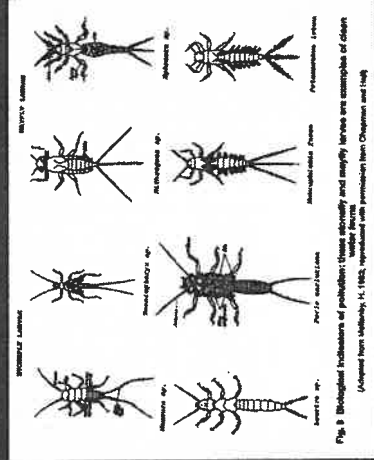
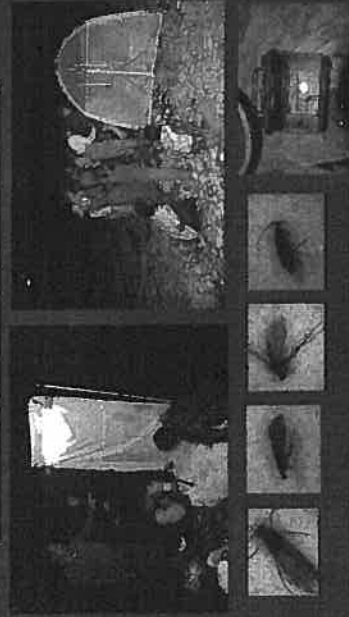


Fig. 8 Biological indicators of pollution: Some aquatic and saproxy larvae are sensitive to clean water and some are tolerant of pollution. (Adapted from Subramanyam, H. 1985, reported with permission from Chapman and Hall)

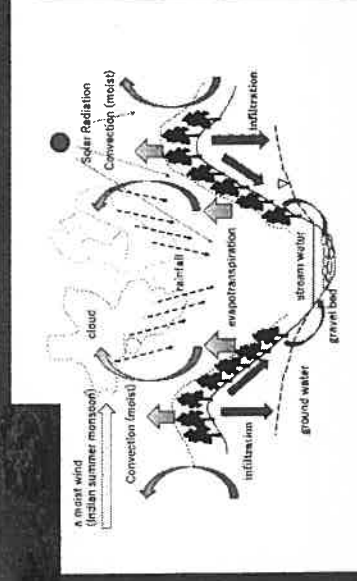
Macroinvertebrate (fauna) survey



Macroinvertebrate (Adult) survey



Hydrological Cycle in Chin Hill



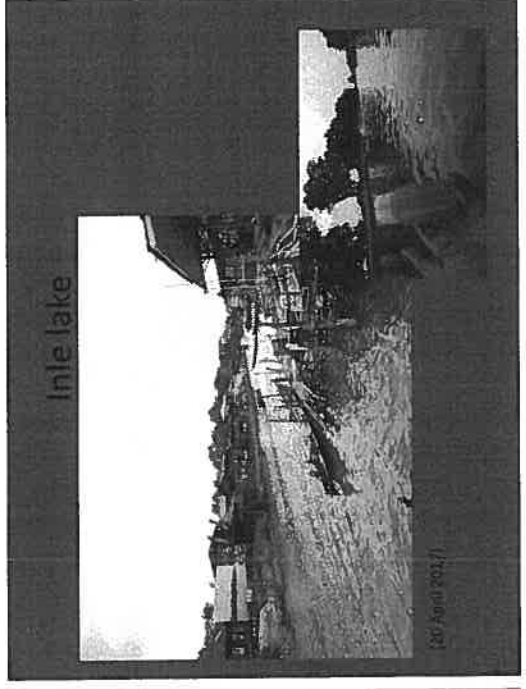
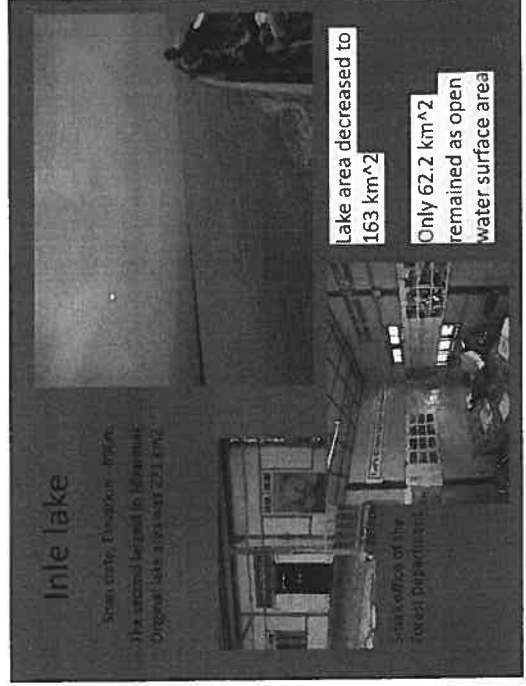
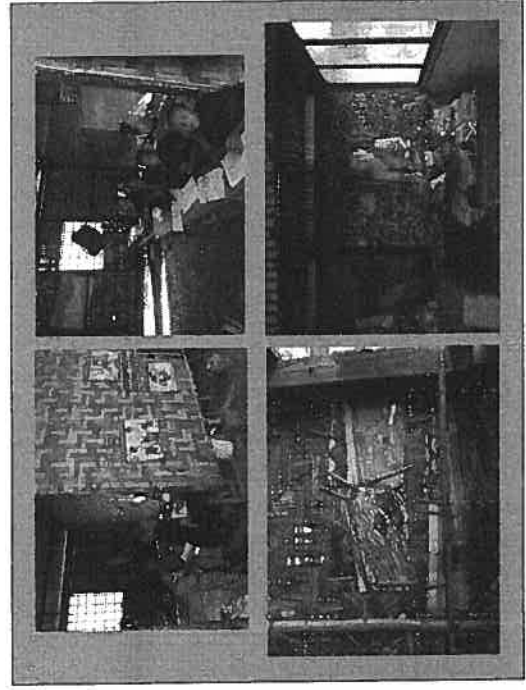
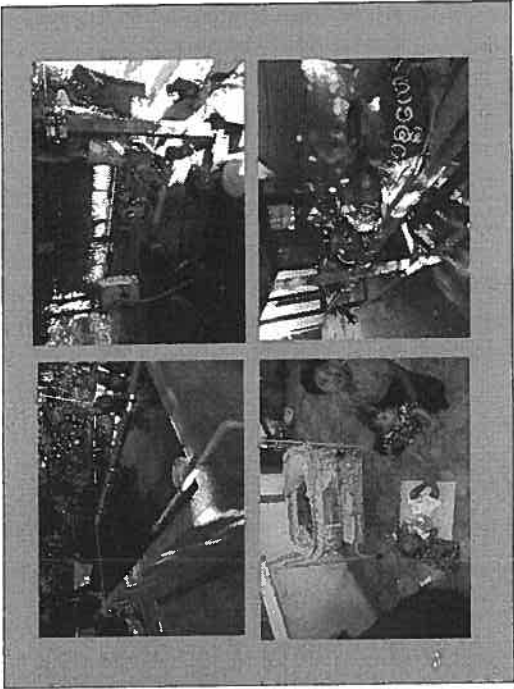
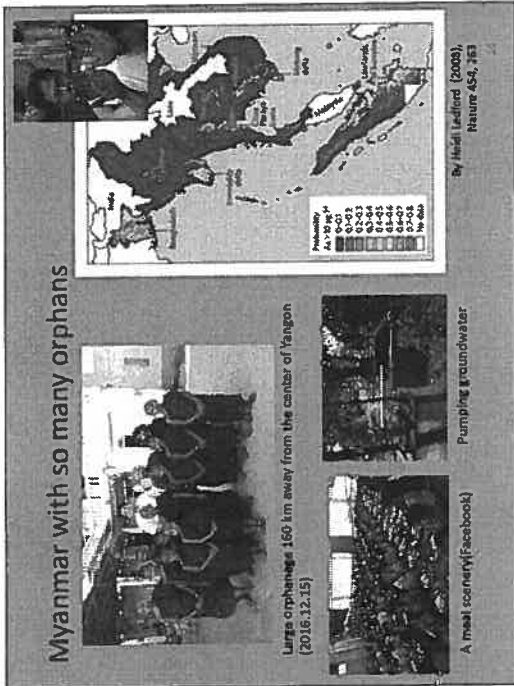
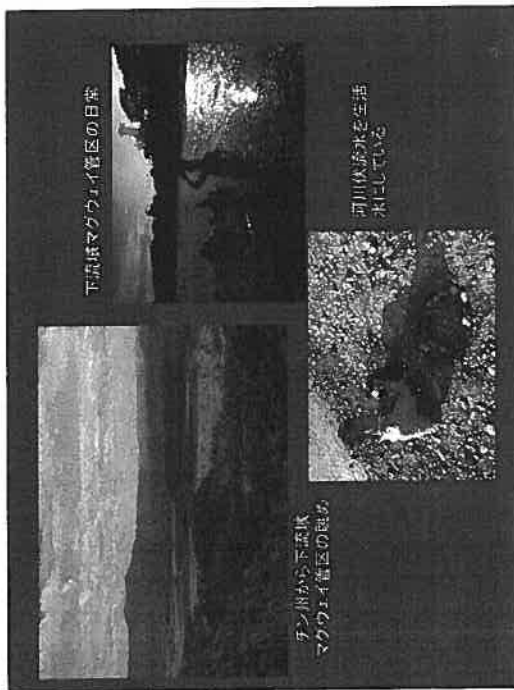
- How can people recognize the value of nature and maintain the environment?

Rule-making that does not allow excessive development

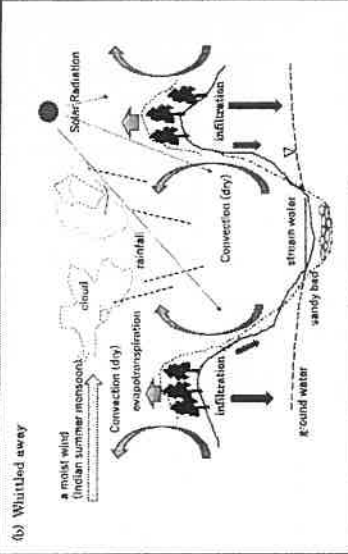
Sharing certain expertise on water quality

At present, concrete policy is not taken

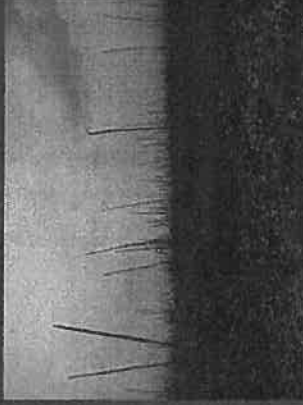
Lack of human resources with expert knowledge



Hydrological Cycle in Shan hill



Tomato cultivation is very active



Genetically modified Chinese tomato



Bottles containing insecticides

Inle lake



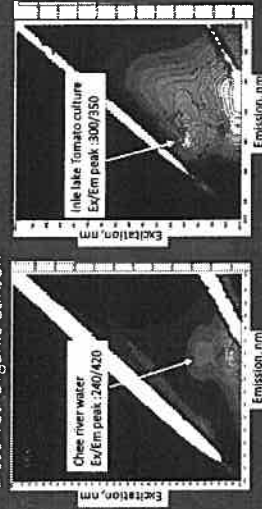
Sludge collection work

Conductivity: 0.384
0.57 mg/cm
TDS: 12-10 mg/L



Inle lake

Fluorescence Spectro-photometer analyses of Dissolved Organic Carbon



Natural fluvic substances
in Chee river

Unknown origin of Organic matter
In Inle lake → pesticide ??

- Inle lake is shrinking. How can we stop?

At present, Many action plan has been presented, but ...

No one expert in the Government side.

Highly dependence on support from developed country

- Lake water investigation with local University



Technological
University
(Taunggyi)

For Inle lake
(Shan state)

Yadanabon
University
(Mandalay)

For Taungthaman lake
(Mandalay)

Highly dependence on support from developed country
Measurement and analyses

Water Laboratory



Analizers were installed to Nay Pyi Taw in 2016, first by Norway government

Problems and Suggestion

- Government also understand long-term expectation for sustainable management
- Not enough action and lack of expert
- For more recognize and deep understanding for crises, more quantitative parameters should be considered, such as Blue water availability, water footprint together with Environmental Capacity.

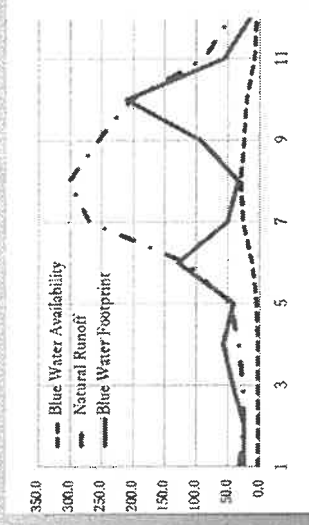


Fig 5. Water scarcity over the year for Ayeyawady river basin

ミャンマーの大学との連携体制の構築

マンダレー大学・ヤダナボン大学(マンダレー)、タウンジー工科大学(シャン州)

Assoc. Professor Takeshi Fujino visited Three Myanmar Universities in 2017 and 2018.

Associate Professor Takeshi Fujino visited Mandalay University (MU, Mandalay) on March 26 – 28 and June 1 in 2018, Yadanabon University (YU, Mandalay) on October 9 in 2017 and March 28 in 2018, and Technological University (TU, Taunggyi) on October 10 in 2017 and March 29 in 2018.

Mandalay University (Mandalay) is located in the central of Mandalay City and, top class and the oldest University in Myanmar along with Yangon University (Yangon). Fujino met Prof. Thida Win (Rector), Prof. Myin Zu Minn (Pro-Rector, the former Pro-Rector of Yadanabon University) and many teaching staffs. They discussed about research collaboration and a memorandum of understanding (MoU) between MU and Saitama University. Prof. Myin Zu Minn knew about Fujino from her acquaintance in the water laboratory belonging to the Forest Department in Nay Pyi Taw, and contacted him in June 2017. Fujino visited Yadanabon University and introduced his activities in Myanmar. Later, Prof. Myin Zu Minn moved to Mandalay University as Pro-Rector in December 2017. Fujino and his colleagues in other Universities visited MU twice, and found counterparts in each research field. MU agreed to undertake MoU to the Ministry of Education.

Taunggyi Technological University (TU, Taunggyi) is located in Shan state. There is Inle lake, the second largest lake in Myanmar, between Heho airport and University. TU hopes to contribute to environmental conservation of the lake, however, there is no staff who works for environmental studies. Prof. San San Yee (Rector) graduated Japanese University, and she expects to work with Fujino-Lab continuously. Fujino is giving advise to the first two female graduate students in TU. Their topic is water footprints assessment of tomato cultivation in Inle lake.



Photo 1. Visiting to Mandalay University on March 26 in 2018.
Rector Thida Win (left of Fujino) and Pro-Rector Myin Zu Minn (right of Fujino), teaching
staffs and students, after Fujino's seminar.



Photo 2. Visiting to Mandalay University on March 28 in 2018.
At Department of Zoology, Prof. Thant Zin, Dept. Head (right of Fujino) and Assoc. Prof. Ni
Ni Win and Moe Moe Khine, after the stream survey in Mandalay and Shan state.



Photo 3. Visiting to Yadanabon University on October 9 in 2017.
Pro-Rector Myin Zu Minn (right of Fujino) and teaching staffs, after Fujino's seminar.



Photo 4. Visiting to Yadanabon University on March 28 in 2018.
Rector Maung Maung Naing (right of Fujino), after group discussion.



Photo 5. Visiting to Technological University, Taunggyi on October 10 in 2017.
Rector San San Yee (right of Fujino) and civil engineering teaching staffs after the meeting.



Photo 6. Inle lake water and environment survey with graduate students of Technological University, Taunggyi on March 29 in 2018.

今後の展開

同国の水資源は巨視的には十分確保されると言われるが、現代農業は人工肥料や農薬の大量散布、プラスチック類の大量廃棄により河川と湖沼の汚染が深刻である。乾季の生活は地下水を頼りにするが水質の保証は何もない。自然と共生する伝統的文化も消滅しつつある。イラワジ川流域の環境保全は、源流部である山間地の適切な管理と内陸域の人間活動による汚染負荷の制御を並行して行う必要がある。ミャンマーは隣国の政治・経済の影響を大きく受けて森林伐採をはじめ無秩序な開発が止まない。生物が豊かなホットスポットの中心地であるもののその機能は大きく損なわれている。環境アセスメントの経験が浅く、水質に関する環境基準や排水基準を持たない。正確な科学的データを取得するためのツールがなく技術者の育成が遅れており、長期的視野に立った政策を立案しても実行性は期待できない。環境政策の具現化には環境影響評価の実施として同国で実施可能な技術的知識と経験が必要である。下表に今後の検討内容と方法を記す。

表 検討内容と方法

実施項目	・項目ごとの実施内容(目的・手法・想定される課題)	期間内に達成できる成果及び成果をはかる指標・
地下水・河川水調査	各種ポータブルセンサーによる水質の健全性のスクリーニングすることによる現状把握	ひ素等の重金属汚染の評価
河川生物調査	底生生物(特に水生昆虫類)の多様性から河川健全性を評価	出現する底生生物の傾向から河川生態系の特徴を把握。標本の保管・種同定のノウハウを教授
セミナーの実施	正確な分析・評価方法について、また最新の分析機器等の情報の提供	ミャンマーの水環境問題の共通認識と評価技法を教授
生物多様性の認識・環境指標種の選定	水生昆虫の幼虫・成虫の調査から種同定が可能な検索本を作成	出現種リストの作成、種同定の特徴を記した教則本を発行

ミャンマーの人々が利用する地下水・河川水に含まれる重金属類、溶存有機物、栄養塩濃度をスクリーニングし、底生生物の生息状況と有害物質含有状況から水の健全性を把握する。下図にミャンマー各地域の連携組織と代表者、主な調査対象区、問題となる水質・環境を示す。

日本側組織のミャンマーにおける活動拠点はミャンマー環境アセスメント協会(MIAA)代表者の事務所であり、空港のすぐ近くにある。そこに、必要な調査道具や簡易分析機器、消耗品を保管する。全ての地域を訪問するために8日間滞在する。MIAA 主要メンバー及び各地区の担当と共同で、環境汚染が懸念されるサイトで水質の計測を行う。現地で速やかに結果を出すためポルタンメトリー方式による最新式の携帯型重金属マルチセンサーを提供する。有機物と栄養塩は現地パケットによる簡易測定を行い、サンプル水は日本に移送して高精度の分析機器によって結果を出す。河川に生息する底生生物のサンプリングを行い、種同定と体内の汚染度合いを調べる。試料はABS に沿って日本に移送する。(注:ABS 規則とは名古屋議定書による措置に従う必要があり、森林省からの許可を得る。)

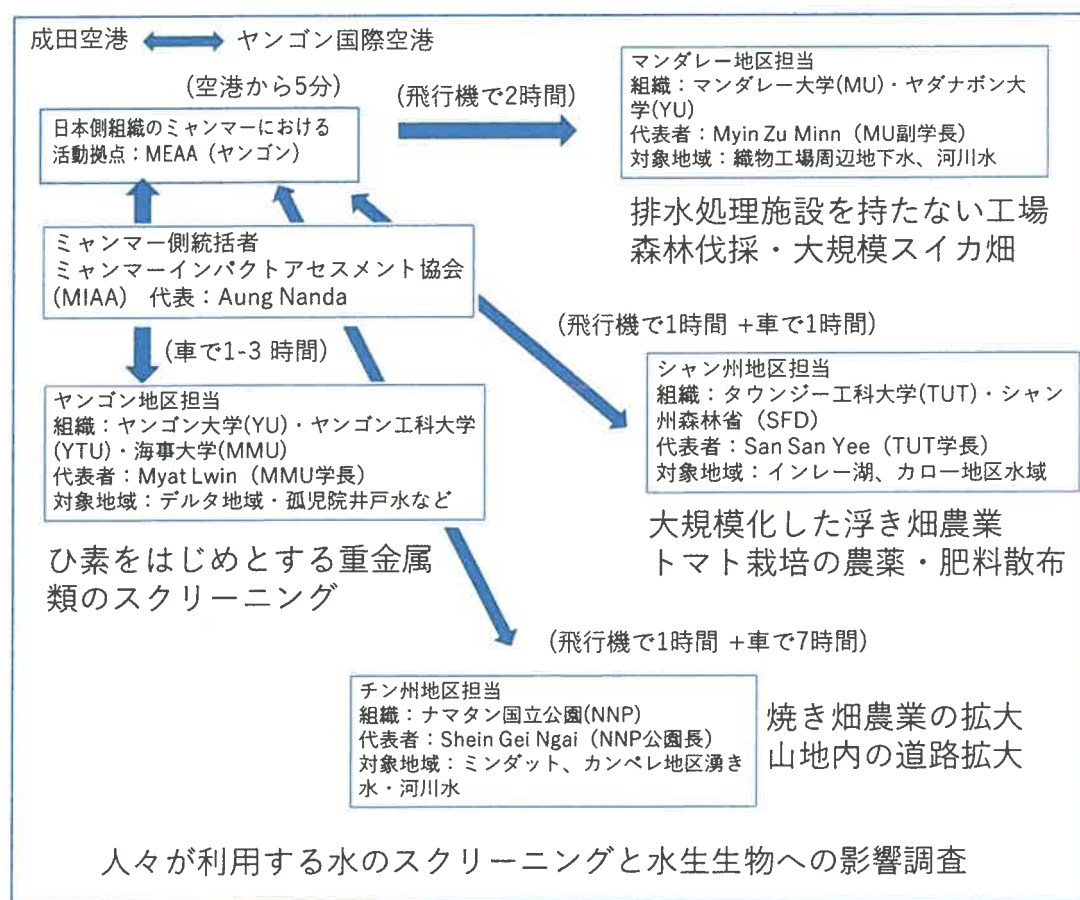


図 ネットワーク構築後の研究フローおよび体制

各種水質項目の評価技術に関するセミナーの実施と底生生物種の同定が可能な教材の作成

現地において、水分析と生物標本を共有しながら底生生物種の同定を行い、それが MIAA のメンバーにも正確に同定が可能になるように詳細な顕微鏡写真とイラストによる図鑑を作成する。そのため、顕微鏡写真は底生生物の 3 次元的な構造を捉えるために合成機能を有する機器を用いる。ソフト機能の定評があるキーエンス社の顕微鏡を活動期間中レンタルする。この作業には代表者の研究室に所属する大学院生が補助をする。生物種の同定は国内の専門家に依頼するとともに、参加者が有する技術により、遺伝子解析による検証を行う。

ミャンマーにおける各種法・政策実現に向けた議論

ミャンマー政府(林野庁)が打ち出している森林規則や国家森林政策、およびインレー湖保全政策などにかかっている水の保全に関して、実際のデータを示すことで現状を把握して具体的な方策を検討する。申請代表者は MEAA のメンバーに説明し、MEAA メンバーは省庁と具体的な方策について検討する仕組みをつくる。

教材の普及について

生物種の同定、調査方法のノウハウについて、英語とミャンマー語で記した書籍を作成する。基本的には日本側による活動として英語表記で作成し、動物学科を有するヤンゴン大学とマンダレー大学にミャンマー語への変換を依頼する。これらは、専門家のみならず、環境保全に関心のある市民に周知する材料となる。

以 上

謝辞:エスベック地球環境研究・技術基金へのお礼

このたび本テーマを採択下さり誠にありがとうございました。お陰様で大変充実した活動ができ今後の展開への大きなステップをなりました。今後も変わらぬご支援をよろしくお願い申し上げます。

埼玉大学 工学部・環境共生学科（大学院理工学研究科） 藤野 毅