

# 東南アジア地域の天然ゴムプランテーションで発生する大気汚染物質の特性と影響評価

著者	古内 正美
著者別表示	Furuuchi Masami
雑誌名	平成19(2007)年度 科学研究費補助金 基盤研究(B) 研究成果報告書
巻	2005-2007
ページ	14p.
発行年	2008-05
URL	<a href="http://doi.org/10.24517/00049446">http://doi.org/10.24517/00049446</a>



# 研究成果報告書

---

東南アジア地域の天然ゴムプランテーションで発生する  
大気汚染物質の特性と影響評価

---

17404001

平成17年度～平成19年度科学研究費補助金  
(基盤研究(B)) 研究成果報告書

金沢大学附属図書館



1300-04664-3

平成20年5月

研究代表者 古内 正美

金沢大学自然科学研究科 教授

著 者 寄 贈

## は し が き

本報告書は、平成17年度～平成19年度の間に、平成17年度科学研究費（基盤研究(B)）で実施した「東南アジア地域の天然ゴムプランテーションで発生する大気汚染物質の特性と影響評価」の成果をまとめたものである。

### 研究組織

研究代表者：古内正美（金沢大学自然科学研究科教授）

研究分担者：大谷吉生（金沢大学自然科学研究科教授）

研究分担者：塚脇真二（金沢大学環日本海域環境研究センター准教授）

研究分担者：畑 光彦（金沢大学自然科学研究科助教）

（研究協力者：Perapong Tekasakul（Prince of Songkla 大学工学部准教授））

（研究協力者：加藤進（三重県保健環境部主任研究員））

### 交付決定額(配分額)

(金額単位:円)

	直接経費	間接経費	合計
平成17年度	6,200,000	0	6,200,000
平成18年度	2,500,000	0	2,500,000
平成19年度	2,500,000	750,000	3,250,000
総計	11,200,000	750,000	11,950,000

### 研究発表(一部)

#### (1) 雑誌論文

- P. Tekasakul, M. Furuuchi, S. Tekasakul, J. Chomane, Y. Otani, Characteristics of PAHs in Particulates in the Atmospheric Environment of the City of Hat Yai City, Thailand, and Relationship with Rubber-wood Burning in Rubber Sheet Production, *Aerosol and Air Quality Research*, in press, 2008
- Y. Bai, M. Furuuchi, Y. Otani, M. Hata, M. Aizawa, Degradation Characteristics of PAHs in Ambient Aerosol by Soft X-ray irradiation, *J. Aerosol Research*, Vol.22, No.3, pp.228-235, 2007
- T. Choosong, M. Furuuchi, P. Tekasakul, S. Tekasakul, J. Chomane, T. Jinno, M. Hata, Y. Otani Working Environment in a Rubber Sheet Smoking Factory Polluted by Smoke from Biomass Fuel Burning and Health Influences to Workers, *J. Ecotechnology Research*, Vol.13, No.2, pp.91-96, 2007
- Y. Otani, K. Eryu, M. Furuuchi, N. Tajima, P. Tekasakul, Inertial Classification of Nanoparticles with Fibrous Filters, *Aerosol and Air Quality Research*, 7, 3, pp.343-352, 2007
- M. Furuuchi, T. Murase, S. Tsukawaki, P. Hang, S. Sieng and M. Hata, Characteristics of Ambient, Particle-bound Poly-cyclic Aromatic Hydrocarbons in the Angkor Monument Area of Cambodia, *Aerosol and Air Quality Research*, 7,2, pp.221-238, 2007
- Y. Bai, M. Furuuchi, P. Tekasakul, S. Tekasakul, T. Choosong, M. Aizawa, M. Hata and Y. Otani, Application of Soft X-rays in the Decomposition of Poly-cyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Smoke Particles from Biomass Fuel Burning, *Aerosol and Air Quality Research*, 7, 1, pp. 79-94, 2007
- S. Tekasakul, M. Tantichaowanani, Y. Otani, P. Kuruhongsa, P. Tekasakul, Removal of Soot Particles in Rubber Smoking Chamber by Electrostatic Precipitator to Improve Rubber Sheet Color, *Aerosol and Air Quality Research*, 6, 1, pp. 1-14, 2006
- M. Furuuchi, P. Tekasakul, Y. Otani, S. Tekasakul, T. Sakano, Y. Bai, T. Murase, Characteristics of Particulates Emitted from Rubber Wood Burning, *J. Ecotechnology Research*, 12, pp.135-139, 2005

(2) 学会発表

- M. Furuuchi, Y. Otani, Y. Nakao, S. Tsukawaki, P. Hang, S. Sieng, Characteristics of PAHs in Ambient Aerosol Particles Collected by PM0.1 Sampler with Inertial Filter, Proc. Asian Aerosol Conference (AAC) 2007, Kaohsiung, Taiwan, Aug.26-29, vol.I, pp.41-42, 2007
- Y. Otani, M. Furuuchi, T. Kato, N. Tajima, Inertial Classification of Nano Particles with Filters, Proc. The 3rd International Symposium on Nanotechnology, Occupational and Environmental Health, Taipei, Taiwan, Aug.30-Sep.1, pp.175-176, 2007
- M. Furuuchi, T. Choosong, P. Tekasakul, F. Yoshikawa, S. Tekasakul, M. Hata and Y. Ohtani, Worker's Exposure to Nano Smoke Particles from Wood Burning in A Rubber Sheet Smoking Factory, Proc. The 3rd International Symposium on Nanotechnology, Occupational and Environmental Health, Taipei, Taiwan, Aug.30-Sep.1, pp.175-176, 2007
- P. Tekasakul, M. Furuuchi, S. Tekasakul, Jiraporn Chomanee, T. Choosong and Y. Otani, Impacts of Smoke Particles from Rubber-Wood Burning on Atmospheric Environment, Proc. Asian Aerosol Conference (AAC) 2007, Kaohsiung, Taiwan, Aug.26-29, pp.175-176, 2007
- T. Choosong, M. Furuuchi, P. Tekasakul, F. Yoshikawa, S. Tekasakul, M. Hata and Y. Otani, Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons from Biomass Burning in A rubber Sheet Smoking Factory, Proc. Asian Aerosol Conference (AAC) 2007, Kaohsiung, Taiwan, Aug.26-29, 2007, pp.175-176, 2007
- M. Furuuchi, Y. Bai, P. Tekasakul, Y. Ohtani, S. Tekasakul and T. Choosong, Effect of Soft X-rays Irradiation on PAHs Concentration in Sized Smoke Particles from Biomass Burning, Proc. Asian Aerosol Conference (AAC) 2007, , Kaohsiung, Taiwan, Aug.26-29, pp.175-176, 2007
- Y. Otani, K. Eryu, T. SETO, M. Furuuchi, N. Tajima, T. Kato, Inertial Classification of Nanoparticles with Air Filters, Proc. of American Association for Aerosol Research (AAAR) 26<sup>th</sup> Annual Meeting, 2007, American Association for Aerosol Research (AAAR) 26<sup>th</sup> Annual Meeting, Rino, ND, USA, Sep. 22-24, 2007
- Y. Otani, M. Furuuchi and P. Tekasakul, Development of PM0.1 Sampler with Inertial Filter, Proc. PSU-UNS International Conference on Eng. and Env. -ICEE2007, 055 (4pages), CD-ROM, Phuket, Thailand, May 16-18, 2007
- M. Furuuchi, Y. Bai, P. Tekasakul, Y. Ohtani, S. Tekasakul and T. Choosong, Decomposition of PAHs in Biomass Burning Smoke by Soft X-rays, PSU-UNS International Conference on Eng. and Env. -ICEE2007, 144 (5pages), CD-ROM, Phuket, Thailand, May 16-18, 2007
- Y. Bai, Y. Otani, M. Furuuchi, J. Chomanee, P. Tekasakul, S. Tekasakul, Decomposition characteristics of PAHs in smoke particles from biomass burning using soft X-rays, Proc. 24th JAAST annual meeting (in Japanese), pp.235-236, Wako, Japan, Aug.9-11, 2007
- M. Furuuchi, Y. Otani, T. Choosong, Y. Bai, F. Yoshikawa, N. Tajima, T. Kato, J. Chomanee, P. Tekasakul, S. Tekasakul, Characteristics of Nano-aerosol Particles in Working Environment Contaminated by Biomass Burning Smoke, Proc. 24th JAAST annual meeting (in Japanese), pp.115-116, Wako, Japan, Aug.9-11, 2007
- Y. Bai, M. Furuuchi, Y. Otani, M. Hata, S. Panyametheekul and M. Aizawa, Decomposition of PAHs in Ambient PM by Soft X-ray Irradiation, Proc. International Aerosol Conference (IAC), St. Poul, Minesota, USA, Sep. 10-15, pp.340-342, 2006
- P. Tekasakul, M. Furuuchi, Y. Otani, S. Tsukawaki, S. Tekasakul, T. Choosong, T. Jinno, T. Murase and M. Hata, Environmental Impacts of Particulates Emitted from Rubber-wood Burning in Rubber Smoked Sheet production in Thailand, Proc. International Aerosol Conference (IAC), St. Poul, Minesota, USA, Sep. 10-15, pp. 1526-1527, 2006
- Y. Bai, M. Furuuchi, P. Tekasakul, T. Choosong, S. Tekasakul, Y. Otani, M. Aizawa and M. Hata, Decomposition of Poly-cyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Smoke Particles from Biomass Burning by Soft X-Ray Irradiation, *J. Ecotechnology Research* (Proc.13th Asian Symposium on Ecotechnology), Toyama, Dec. 1-2, 12, 4, pp.222, 2006
- M. Furuuchi, T. Jinno, T. Choosong, P. Tekasakul, S. Tekasakul, Y. Otani and M. Hata, Influence of Biomass Fuel Burning for Rubber Sheet Production on Characteristics of Ambient Poly-cyclic Aromatic Hydrocarbons in Hat Yai, Thailand, *J. Ecotechnology Research* (Proc.13th Asian Symposium on Ecotechnology), 12, 4, pp.267
- T. Choosong, M. Furuuchi, P. Tekasakul, S. Tekasakul, J. Chomanee, T. Jinno, Y. Otani and M. Hata, Working Environment in a Semi-opened Factory Building Polluted by Smoke from Biomass Fuel Burning and Health Influences to Worker, *J. Ecotechnology Research* (Proc.13th Asian Symposium on Ecotechnology), 12, 4, pp.235
- M. Furuuchi, T. Jinno, Y. Otani, P. Tekasakul, S. Tekasakul, Evaluation of Environmental Impact of Hazardous Compostitions in Somke Particles Genaratged from Rubber Smoke Sheet Prodcution, Proc. 23th JAAST annual meeting (in Japanese), Fukukoka, Aug.8-10, pp.35-36, 2006
- P. Tekasakul, M. Furuuchi, Y. Otani, S. Tekasakul, T. Sakano and T. Murase, Characteristics of particulate matters from rubberwood burring and effect of atmospheric air in HATYAI, Thailand, Proc. Asian Aerosol Conference (AAC) 2005, Mumbai, India, Dec.13-16, pp.688-690, 2005
- M. Furuuchi, Y. Bai, S. Panyametheekul, Y. Otani, W. Limpaseni and T. Sakano, Degradation of PAHs in Ambient Particulates using Soft X-ray, Proc. Asian Aerosol Conference (AAC) 2005, Mumbai, India, Dec.13-16, pp.340-342, 2005
- M. Furuuchi, P. Tekasakul, Y. Otani, S. Tekasakul, T. Sakano, Y. Bai, T. Murase, Characteristics of particulates emitted from rubber wood burning, Proc. 12th Asian Symposium on Ecotechnology, Shenyang, Aug., pp.340-342, 2005
- Y. Bai, M. Furuuchi, S. Panyametheekul, Y. Otani, W. Limpaseni, T. Sakano and M. Aizawa, Degradation Characteristics of PAHs in Ambient Particulates for Soft X-ray Irradiation, Proc. 12th Asian Symposium on Ecotechnology, Shenyang, Aug., pp.340-342, 2005
- P. Tekasakul, M. Furuuchi, Y. Otani, S. Tekasakul, and T. Sakano, PAH Concentration of Particulate Matters Emitted from Rubberwood Burning and Effect on Working Environment in Rubber Smoking Cooperatives, Proc. Thailand-Japan Seminar on Air Pollution Measurement and Control, Bangkok, Thailand, Aug. 23, CD-ROM, 2005

- Y. Bai, M. Aizawa, Y. Otani, M. Furuuchi, Degradation of PAHs in ambient particles using soft X-rays, Proc. 11th Radioactive Process Symposium (in Japanese), Dec. 1-2, Tokyo, pp.136, 2005
- M. Furuuchi, Y. Otani, T. Sakano, T. Murase, P. Tekasakul, S. Tekasakul, Air Pollutants Caused by Production of Smoke Rubber Sheet, Proc. 22th JAAST meeting (in Japanese), July 28-30, Osaka, pp.225-226, 2005
- Y. Bai, M. Furuuchi, Y. Otani, T. Sakano, M. Aizawa, S. Panyametheekul, W. Limpaseni, Investigation into degradation of PAHs in ambient using soft X-rays, Proc. 22th JAAST annual meeting (in Japanese), July 28-30, Osaka, pp.223-224, 2005

東南アジア地域の天然ゴムプランテーションで発生する大気汚染物質の特性と影響評価

目次

はしがき

- 1 背景と目的
- 2 発生する大気汚染物質の特性と周辺環境への影響評価
  - 2.1 タイ・ハジャイにおける大気環境の長期的モニタリングから得られる大気汚染物質の特性と気象条件の影響
  - 2.2 タイ周辺国の状況
  - 2.3 バイオマス燃焼起源微小粒子排出評価用サンブラの開発と評価
- 3 天然ゴムスモークシート製造工場の作業環境
  - 3.1 作業環境の空气中汚染物質の特性と作業者の意識および健康状態
  - 3.2 作業環境内の木材燃焼煙流動拡散の数値シミュレーション
- 4 発生源対策技術
  - 4.1 軟X線を用いた多環芳香族化合物の分解
  - 4.2 電気集塵機によるスモークシート品質の改善
- 5 天然ゴムシート製造と輸送および我が国におけるタイヤ製造に至る過程の大気汚染物質トータルエミッションの評価
- 6 天然ゴムスモークシート製造に伴う長期的環境変動評価のための湖沼堆積物調査

あとがき

## 1 背景と目的

タイ、マレーシア、インドネシアの東南アジア3カ国は世界の天然ゴム生産量の80%近くを占めており、この地域は天然ゴムの一大生産地となっている。天然ゴムの製造プロセスは、樹液の回収、酸処理による樹液の固化、固化樹脂のプレス脱水、天日あるいは古木燃焼による乾燥処理を経たシートゴム化（スモークシート）、ブロック化などで構成されるが、我国がその多くを輸入しているタイでは、近隣諸国との競合製品棲み分けの問題もあり、6割以上がスモークシートとして生産されている。タイはスモークシートゴムの最大の輸出国であり、輸出量は年間200万トンに上る（1998年実績）。日本はその35%を輸入する最大のスモークシート輸入国である。ゴムシート形成時の乾燥処理は、圧縮したシートをゴム古木の燃焼で出る熱と煙で5日～1週間程度燻して乾燥するもので、一連の作業は、天然ゴム林に隣接した作業所で人手により行われている。タイの天然ゴム生産は主にソンクラ県を中心とした南部で行われているが、ソンクラ県ではこのような作業所が100箇所以上あり、南部全域では約700箇所にもなる。

我々の予備調査から、乾燥炉近傍のばい塵濃度は $100\text{mg}/\text{m}^3$ 前後と極めて高く、発がん性の多環芳香族炭化水素（PAHs）の濃度も道路交通汚染が深刻なバンコク幹線道路端の約10倍もあることが確認されている。作業所当たり年間300-500トンの古木を燃焼し、そのまま排気しているため、作業所内はもとより周辺の汚染状況が深刻な状況にある。また、ゴム固化処理、プレス廃液は作業所周辺の溜池で沈殿処理されるだけで、土壌汚染への配慮もされていない。このように、スモークシート製造は大気、水、土壌のあらゆる意味で汚染発生源となっており、スモークシートゴム製造に伴う大気と水、周辺の土壌汚染は危機的状況にあると考えられる。さらに問題なのは、このような劣悪な環境下で、何の対策もなく作業する作業者があって始めて製造プロセスが成立していることである。我が国の経済的利益、加工製品の使用による利便性は、このような深刻な環境破壊と生産国の作業者の甚大な健康被害の上に成り立っている。我々がなすべきことは、生産国と共通の危機感を持って環境の現状を詳細に調査し、それに基づく環境政策への提言を行い、そして現実的に「無理の無い」対策を提案・実践することと考える。完璧な対策は物理的には可能でも、現地の実情に合わないものは無意味である。実現可能な対策をとるためには、行政側の体制も含めた対策へのインフラ調査もどうしても必要になる。

本研究は、上記のような現状を深刻に受け止め、以下の調査・検討を日本（金沢大学）とタイ（タイ王国プリンスオブソンクラ大学（PSU））の研究者が主体となって共同して行おうとするものである。すなわち、1）タイの天然ゴム生産現場における大気・水質汚染物質発生状況、周辺環境、都市部などの一般環境における大気・水汚染物質濃度と成分の現状を把握するための浮遊粒子・ガス・水のサンプリングおよび長期環境変動を把握するための土壌・湖沼堆積物のサンプリングを行い、2）現実的で「無理の無い」発生源と作業環境対策を行うため、作業者の環境の現状への意識を含めたインフラを調査し、3）発生源対策の提案・試行、4）タイおよび日本の関連企業、行政機関への環境政策を提言すること、である。

## 2 発生する大気汚染物質の特性と周辺環境への影響評価

### 2.1 タイ・ハジャイにおける大気環境の長期的モニタリングから得られる大気汚染物質の特性と気象条件の影響

概要：ハジャイ市街地、ハジャイ郊外（プリンスオブソンクラ大学）で継続的に大気汚染物質濃度をモニタリングするとともに、対応する期間の雨量、風向などの気象データ（プリンスオブソンクラ大学に隣接する気象台の観測点）、工場毎の天然ゴムシート生産量を調査した。これらのデータの基づき、ソンクラ県の天然ゴムスモークシート生産量と大気中の多環芳香族化合物などの汚染物質濃度の関係を考察し、スモークシート生産が周辺大気環境に及ぼす影響、気象条件の影響を明らかにした。

- 1) M. Furuuchi, P. Tekasakul, Y. Otani, S. Tekasakul, T. Sakano, Y. Bai, T. Murase, Characteristics of Particulates Emitted from Rubber Wood Burning, *J. Ecotechnology Research*, 12, pp.135-139, 2005
- 2) P. Tekasakul, M. Furuuchi, S. Tekasakul, J. Chomanee, Y. Otani, Characteristics of PAHs in Particulates in the Atmospheric Environment of the City of Hat Yai City, Thailand, and Relationship with Rubber-wood Burning in Rubber Sheet Production, *Aerosol and Air Quality Research*, in press, 2008
- 3) 橋本 隆史, 神納 毅, 畑 光彦, P. Tekasakul, 古内 正美, 天然ゴム RSS 製造プロセスで発生する大気汚染物質の周辺環境への影響, 土木学会中部支部講演要旨集, CD-ROM, 金沢, 2007



## 2. 2 タイ周辺国の状況

概要：タイ以外の東南アジア地域の状況として、カンボジアの天然ゴム製造の状況を現地調査した（2006年5月。プノンペン北部 Compong Cham 地区）。また、天然ゴムプランテーションを総括する政府機関で、プランテーション毎の生産量、製造品種を調査した。カンボジアの天然ゴム生産量はタイよりもかなり少ないが、近年ベトナム資本の天然ゴムプランテーションが急速に増加しており、現時点での規模は小さいもののタイと同様の環境影響が将来的には予想される。

カンボジアの天然ゴム製品としてはブロックゴムが主体となっており、タイの主製品であるスモークシートの生産は少ない。タイの状況と大きく異なるのは、カンボジアでは家庭用エネルギー源の90%以上、国全体のエネルギー使用で見ても80%以上が木材に依存しており、天然ゴム以外の木材の伐採が基本的には禁止されているため、天然ゴム古木が一般的な燃料として使われている点である。たとえば、カンボジアでは煉瓦造りの住宅が広く普及しているが、煉瓦製造の際に用いられる燃料として天然ゴム古木が大量に用いられていることが、我々の調査で明らかになった。工場あたりの古木消費量はタイのスモークシート製造工場を大きく上回っており、大気汚染対策のないまま放出されているため、少なくとも工場群の近隣では、タイのスモークシート製造工場と同様かそれ以上の環境汚染が懸念される。このような煉瓦工場を含め、一般的な燃料として天然ゴム古木を含む木材が広範に用いられ、燃焼排煙が無秩序に放出されている現状を考慮し、カンボジアでは、古木燃焼が大気環境に及ぼす影響に着目して調査を実施した。

主要天然ゴム生産国であるマレーシア、インドネシアについては研究期間内に調査することはできなかったが、これらの国では主にラテックスやブロックゴムなどを製造する一方でスモークシートの生産は少ないため、タイの状況とは異なることが推察される。なお、これらの国の状況については、近年消費・生産とも増加している中国、タイ東北部に新たに開発されたプランテーションと合わせて、今後詳細な調査を実施する予定である。

- 1) M. Furuuchi, T. Murase, S. Tsukawaki, P. Hang, S. Sieng and M. Hata, Characteristics of Ambient, Particle-bound Poly-cyclic Aromatic Hydrocarbons in the Angkor Monument Area of Cambodia, *Aerosol and Air Quality Research*, 7,2, pp.221-238, 2007

## 2. 3 バイオマス燃焼起源微小粒子排出評価用サンプラの開発と評価

概要：木材のようなバイオマス起源の燃焼時には、ナノオーダーの非常に微細な粒子が多量に発生することが知られている。ここでは、木質バイオマス燃焼の環境への影響をより明確にとらえるための道具として、比較的粗な構造を持つ微細繊維層を高速で気流を通過させることでナノ粒子を選別捕集できる装置を新たに開発し、大気環境と作業環境の評価に用いた。

- 1) Y. Otani, K. Eryu, M. Furuuchi, N. Tajima, P. Tekasakul, Inertial Classification of Nanoparticles with Fibrous Filters, *Aerosol and Air Quality Research*, 7, 3, pp.343-352, 2007
- 2) M. Furuuchi, Y. Otani, Y. Nakao, S. Tsukawaki, P. Hang, S. Sieng, Characteristics of PAHs in Ambient Aerosol Particles Collected by PM0.1 Sampler with Inertial Filter, Proc. Asian Aerosol Conference (AAC) 2007, Kaohsiung, Taiwan, Aug.26-29, vol.I, pp.41-42, 2007
- 3) 古内正美, 塚脇真二, 大谷吉生, 白雲鶴, 正井晶, 吉川文恵, 田島奈穂子, 加藤孝晴, パオ ハン, ソタム シエン, カンボジア都市部におけるナノ大気エアロゾルの特性と発生源の影響, 第 24 回エアロゾル科学技術研究討論会講演要旨集, pp.199-200, 2007

### 3 天然ゴムスモークシート製造工場の作業環境

概要：タイ南部における天然ゴム製造工場複数箇所の現地調査を行い、製造プロセス、処理量、作業環境、環境対策の状況、排出抑制対策の現状を把握・分析を実施した。また、最も標準的なタイプの製造工場で継続的な作業環境モニタリングを実施するとともに、作業員個人ばく露特性の年間を通じた評価を行った。さらに、作業員の作業環境への意識と健康状態に関するインタビュー形式の調査を実施した。また、より効果的な換気手法を検討するために、工場建屋内の古木燃焼排煙の拡散流動数値シミュレーションを行った。

#### 3. 1 作業環境の空气中汚染物質の特性と作業員の意識および健康状態

- 1) T. Choosong, M. Furuuchi, P. Tekasakul, S. Tekasakul, J. Chomanee, T. Jinno, M. Hata, Y. Otani  
Working Environment in a Rubber Sheet Smoking Factory Polluted by Smoke from Biomass Fuel Burning and Health Influences to Workers, *J. Ecotechnology Research*, Vol.13, No.2, pp.91-96, 2007
- 2) T. Choosong, M. Furuuchi, P. Tekasakul, Pitchaya Pakthongsuk, Wichaya Petlie, Organic air toxic from biomass burning and exposure of workers in Ribbed Rubber Smoke Sheet (RSS) Cooperatives, Thailand, to be submitted

#### 3. 2 作業環境内の木材燃焼煙流動拡散の数値シミュレーション

- 1) CFD study of flow in a natural rubber sheet smoking-cooperative: Turbulence free convection airflow, L. P. Purba, P. Tekasakul, K. Maliwan, M. Furuuchi, to be submitted.

#### 4 発生源対策技術

概要：効果的で現実的な発生源対策の可能性調査の一環として、電気集塵装置による煙粒子の除去の効果と軟X線照射による煙粒子中の多環芳香族化合物の分解手法に検討を加えた。

##### 4. 1 軟X線を用いた多環芳香族化合物の分解

- 1) Y. Bai, M Furuuchi, Y. Otani, M. Hata, M. Aizawa, Degradation Characteristics of PAHs in Ambient Aerosol by Soft X-ray irradiation, *J. Aerosol Research*, Vol.22, No.3, pp.228-235, 2007
- 2) Y. Bai, M. Furuuchi, P. Tekasakul, S. Tekasakul, T. Choosong, M. Aizawa, M. Hata and Y. Otani, Application of Soft X-rays in the Decomposition of Poly-cyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Smoke Particles from Biomass Fuel Burning, *Aerosol and Air Quality Research*, 7, 1, pp. 79-94, 2007

##### 4. 2 電気集塵機によるスモークシート品質の改善

- 1) S. Tekasakul, M. Tantichaowanant, Y. Otani, P. Kuruhongsa, P. Tekasakul, Removal of Soot Particles in Rubber Smoking Chamber by Electrostatic Precipitator to Improve Rubber Sheet Color, *Aerosol and Air Quality Research*, 6, 1, pp. 1-14, 2006

## 5 天然ゴムシート製造と輸送および我が国におけるタイヤ製造に至る過程の大気汚染物質トータルエミッションの評価

概要：原料生産国を含めた環境負荷の評価を行って有効な負荷低減策を明らかにすることを最終的な目的として、RSSの製造・輸送・ゴム製品製造・消費の一連のプロセスで排出される大気汚染物質の排出量に着目し、著者らが得たRSS製造時の発生源情報、既往の研究や環境情報データベースからの汚染物質発生量原単位などを用いて、各段階におけるス CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, 多環芳香族化合物排出量を推定した。

- 1) 神納 毅, 橋本隆史, T. Choosong, 古内正美, 天然ゴムスモークシートの製造・輸送および製品製造に伴う大気汚染物質排出量の推定, 土木学会中部支部講演要旨集, CD-ROM, 金沢, 2007
- 2) 神納 毅, 平成 19 年度金沢大学大学院社会基盤工学専攻修士論文, 天然ゴムスモークシート製造に伴う大気汚染とライフサイクルアセスメントに関する研究, 第 2, 4 章の一部抜粋, 2007

## 6 天然ゴムスモークシート製造に伴う長期的環境変動評価のための湖沼堆積物調査

概要：マレー半島における天然ゴム栽培は 19 世紀末に始まる。この時期から 20 世紀初頭にかけて熱帯雨林が焼き払われ、ゴムプランテーションが形成され、現在に至っている。この間、大気中に排出された汚染物質は地表面に沈降・沈着し、堆積した土壌中にその変動の痕跡を残していると考えられる。

こうした痕跡を正確に評価するためには、人為的外乱の影響がなく、干上がりを経ていない湖沼の堆積物を得ることが望ましい。大気汚染物質サンプリング地点周辺のソクラ県の調査を複数回実施したが、人為影響がない適当な湖沼が存在する可能性がほとんどないことが判明したため、天然ゴムプランテーションが集中する南部タイ一体を対象を広げて調査した。この結果、トラン県に適当な湖を発見し、良質の底質サンプルを採取した。調査期間内に分析・考察の最終結果を得るには至らなかったが、今後、年代と PAHs などの人為起源を含む化学成分の分析、プリンスオブソクラ大学理学部植物学研究室の助力を得て天然ゴム花粉からの年代の特定等を行ない、500 年前後以前のプランテーションの影響がない時代、100 年前のプランテーション開発開始前後から現在に至るまでの長期的な汚染物質による環境変動の影響を評価し、長期的な視点で現在の汚染状況の位置付けを行う予定である。

- 1) 塚脇真二, 古内正美, P. Tekasakul, 南タイ, トラン州ソン・ホン湖の湖底堆積物, 投稿予定

あとがき

本報告書は、平成17年度～平成19年度の間に、平成17年度科学研究費（基盤研究（B））で実施した

「東南アジア地域の天然ゴムプランテーションで発生する大気汚染物質の特性と影響評価」

の成果をまとめたものである。継続的な大気環境データの蓄積、作業者へのナノリスク粒子ばく露量と健康状態の詳細な議論、数値解析結果に基づく換気効率の改善、提案した発生源対策技術の効率化と新たな手法への試みなどを引き続き継続していく予定である。