

〈教育報告〉

# 発展途上国の専門職プライマリ・ヘルス・ケア・ワーカーが直面している問題と 質的向上に関する研究 —インドネシアの地域助産婦を事例として—

森 口 育 子

## A study on problems and quality improvement of professional PHC workers in developing countries —A case study of community midwife in Indonesia—

Ikuko MORIGUCHI

The purpose of this paper is to study the problems and quality improvement of Professional PHC workers in developing countries based on a case study of community midwife in Indonesia, through the analysis using Professional PHC worker's activity model.

The results are summarized as follows:

1. The community midwife provided direct services for mother and child health care but had not yet taken indirect services such as community diagnosis and promotion of community participation as Professional PHC worker.
2. To improve quality of health services by community midwife, it was found that community midwife's recognition of the role as Professional PHC worker, assessment of community needs, provision of appropriate supervision and support from Health Center(HC) and on-the-job training by HC or prefectural health department were essential.
3. As for the methods of quality improvement of community midwife as Professional PHC worker, community diagnosis was found to be effective through verbal autopsies and case conference on preventable deaths among midwives. Educational and supportive supervision by HC was also found to be essential.
4. Professional PHC worker's activity model that was developed by the analysis of Japanese Public Health Nurse was able to apply sufficiently to the assessment of Professional PHC worker's activity in this study. The model was, however, difficult to apply to supervision, so that PHC management model for effective supervision between Professional PHC worker and supervisor was developed from the viewpoint of problem-solving and PHC management.

Supervisor: Nobuyuki Hyoi

### 1. 目 的

発展途上国では、プライマリ・ヘルス・ケア (PHC) のシステムやマンパワーの量的充実は図られてきたが、地域の保健活動はまだ質的に多くの問題を抱えている。PHCの発展を図るためには、地域末端で住民と共に活動する専門職のPHCワーカーの役割と活動が重要である。母子保健分野で多くの問題を抱えている途上国では、村に助産婦を駐在させ母子保健を主体とした総合的なPHC活動を期待している。

本研究では、インドネシアの地域助産婦を事例として、

日本の戦後の保健婦活動を基盤にして作成した専門職PHCワーカーの活動モデルを適用して、地域助産婦の活動実態と直面している問題を明らかにし、現在の体制で可能な専門職PHCワーカーの質的向上を図る実践的方法と発展途上国で活用できる活動モデルを検討することを目的とした。

### 2. 研究方法

本研究は、現地関係者と問題を共有し現地に合った調査方法を検討するためアクション・リサーチの方法を用いて、インドネシア共和国の地域助産婦 (Bidan di Desa) とその関係者を対象に、1992年より1996年の期間に5回の現地調査を実施し段階的に研究を行った。

指導教官: 兵井伸行 (保健統計人口学部)

5年間の研究過程を大別すると3段階に分かれる。第1段階は、事前調査として1992年と1993年に、インドネシアのPHCの発展過程で地域助産婦が導入された背景・位置づけと期待される役割について保健省での資料収集と聞き取り及び村での活動把握を行った。

第2段階は1994年8月に、地域助産婦の専門職PHCワーカーとしての意識と活動実態を把握し活動上の問題を明らかにする目的で、南スラヴェシー州における地域助産婦の活動実態調査を実施した(南スラヴェシー州の3県で、地域助産婦87人と県衛生部の助産婦コーディネーターを対象に質問紙とフォーカス・グループ・ディスカッションによる調査)。

第3段階は1996年8月に、PHCマネジメントの視点より、地域助産婦に対するスーパービジョンとサポートの実態と問題を明らかにし、現在の体制で専門職PHCワーカーとして質的に向上するための実践的方法について検討する目的で、地域助産婦が専門職PHCワーカーとして質的向上(主体的な活動)を図るための方法についての調査を実施した。具体的には、妊産婦管理に焦点化して、3県の保健所の助産婦スーパーバイザー43人を対象としたスーパービジョン調査と地域助産婦のニーズ調査、地域のニーズを把握し共有化するためのVerbal Autopsyによる妊産婦死亡事例調査(助産婦による家庭訪問調査)と事例検討を試行し検討した。

### 3. 結果及び考察

#### 1. インドネシアの地域助産婦が導入された背景と期待される役割

インドネシアでは、1989年の第5次5か年計画より乳幼児死亡と妊産婦死亡を減少させることを目的に、地域助産婦を保健医療機関のない全村に配置する計画で養成を開始した。

地域助産婦の役割機能についてその業務指針をPHCの視点で分析した結果、母子保健活動を主体とする直接的サービスの提供、地域のニーズの把握、住民の主体的参加の促進、保健ボランティア・伝統的産婆(TBA)の指導、関係機関との連携・協調の5つの機能が明らかとなり、専門職PHCワーカーとして期待されていることが確認できた。しかし不十分な教育体制と村での困難な環境より、地域助産婦が多くの問題に直面していることが推察された。

#### 2. 南スラヴェシー州における地域助産婦の活動実態と活動上の問題

地域助産婦に期待される5つの機能の視点で、南スラヴェシー州3県の地域助産婦79人に意識と活動実態について調査を行った。地域助産婦は母子保健活動を主体に直接的サービスの提供者として機能しているが、地域のニーズ把握や住民参加促進等の専門職PHCワーカーとしての役割意識は低かった。直接的サービスについては、国で決められた業務である妊婦検診と助産については関心が高いが、検診で発見されたハイリスク妊婦のフォローや医療機関への紹介は関心が低く実施率も低かった。住民のニーズ

把握については、村で生活し村長や地区組織とも良好な関係にあり把握しやすい立場にあるが、村の基礎データや健康問題の把握は適切になされておらず、地区診断の自己評価も低かった。住民の主体的参加は、インドネシアのPHC施策で最も重視され、各地区毎に保健ボランティアを養成してPOSYANDU(総合的母子保健活動)を実施している。地域助産婦にはこれらボランティアや地区組織、TBAに対する指導が期待されているが、十分な指導がなされていなかった。

地域助産婦が困難を感じている問題は、交通手段、住民の伝統的習慣と健康知識の不足、不衛生な環境、必要物品の不足等であった。これら問題を解決するためには住民と保健所からのサポートが必要である。仕事の継続については約半数が3年間の義務年限終了後やめたいと答えていた。その理由としては勉強をしたいが多く、不十分な基礎教育の問題と現任研修の必要性が示唆された。

#### 3. 地域助産婦が専門職PHCワーカーとして機能するための条件

調査結果を活動モデルに適用して検討した結果、地域助産婦は直接的サービスの提供者としての役割意識は高いが専門職PHCワーカーとしての役割意識が低く、住民のニーズを充分把握しているとはいえない。現状では住民からの問題提起や保健所からの指導も充分なされていない。したがって地域助産婦が専門職PHCワーカーとして機能するためには、専門職PHCワーカーとしての役割意識と住民のニーズを把握しニーズに則した活動が求められる。保健所には地域助産婦の活動実態と直面している問題を把握し、適切なスーパービジョンと支援が求められる。さらに保健所及び県衛生部では、地域助産婦に不足している知識・技術(例えば地区診断、保健統計)と研修ニーズを把握し、現任研修を実施する必要がある。なお地域助産婦の活動実態に専門職PHCワーカーの活動モデルを適用した結果、専門職PHCワーカーとしての問題が明らかになり、このモデルを途上国で活用できることが今回の調査で検証できた。

#### 4 地域助産婦が専門職PHCワーカーとして質的向上を図るための方法の検討

##### 1) Verbal Autopsyと事例検討による地域のニーズ把握と共有化の方法

地域のニーズの把握方法として、地域助産婦とスーパーバイザーによるVerbal Autopsyを用いた家庭訪問による妊産婦死亡事例調査と事例検討を試みた。3県で48例中35例を調査し、各県単位で調査結果を一覧表にまとめて事例報告と事例検討を行った結果、直接死因だけでなく、死亡の背景要因として深刻な問題が明らかになった。その後実施した「妊産婦死亡を予防するための活動のあり方」のフォーカス・グループ・ディスカッションでは、地域助産婦・スーパーバイザー共に熱心に討議し今後取り組みたい活動が多く提示された。この試みを通して、「防ぎ得る死亡」事例の訪問調査により地域の健康問題や潜在的ニーズの把握が可能であることと、事例検討により問題を共有し活動

計画まで考えられることが確認できた。地域助産婦とスーパーバイザーはこの方法に関心を示しており、保健所の活動の一環として実現可能と考えられる。さらにこのプロセスを活動モデルに照らして検証した結果、専門職 PHC ワーカーの活動の内容を満たしており、専門職 PHC ワーカーの質的向上を図る方法として有効だと考えられる。

## 2) 保健所による専門職 PHC ワーカーへの適切なスーパービジョンとサポートの必要

施策と地域末端の活動のギャップを埋めるためには、県衛生部とディストリクトレベルにある保健所の PHC マネージメントの役割が重要である。インドネシアでは、保健所に地域助産婦のスーパーバイザーが配置されている。地域助産婦とスーパーバイザーを対象にスーパービジョンの実態調査をした結果、地域助産婦とスーパーバイザーには地域の健康問題、活動上の問題、サポートの考え方に相違があることが明らかになった。スーパーバイザーは、県へ提出する記録・報告の指導・助言等行政的スーパービジョンを重視し、地域助産婦は活動上の問題への教育的・支持的スーパービジョンを期待しており、適切なスーパービジョンがなされていない現状にあった。専門職 PHC ワー

カーが質的向上を図るためには、スーパーバイザーが専門職 PHC ワーカーの活動上の問題とニーズを把握し、保健所のスタッフと共に適切な指導・助言・教育等のサポートを行っていく必要がある。

## 3) 専門職 PHC ワーカーに適切なスーパービジョンを図るための『専門職 PHC ワーカーに関するマネージメントモデル』の作成

発展途上国で保健所に配置されているスーパーバイザーの役割には、専門職 PHC ワーカーからのボトムアップと国・県からのトップ・ダウンの施策を調整する役割があり、PHC マネージメントの視点から検討する必要がある。PHC 活動モデルでは、行政の縦系列の関係まで充分表現できておらず、本研究の調査結果を生かして専門職 PHC ワーカーとスーパーバイザーが相互補完的役割が果たせるためのモデルとして、問題解決過程を基盤にして PHC マネージメントと PHC 活動の 2 段階構造からなる『専門職 PHC ワーカーに関するマネージメントモデル』を作成した。今後発展途上国の PHC 活動に活用して検討を重ねていきたい。

〈教育報告〉

# 食品添加物と食品中天然物質の複合作用及びその毒性評価について

孫 歩 祥

## Toxicological evaluation of co-administration of food additives and natural food components

Buxiang SUN

Toxicity of co-administration of food additives and natural food components was evaluated.

The first experiment was done on species differences in the induction of drug-metabolizing enzymes and on the dose-responses by butylated hydroxytoluene (BHT) in the male mouse (ddY) and Chinese hamster. In mice fed 0.05%- and 0.15%-BIIT diet for two weeks, cytochrome P450 contents and the activities of UDP-glucuronyl transferase, pentoxyresorufin *O*-dealkylase and testosterone 6 $\alpha$ -, 16 $\alpha$ - and 16 $\beta$ -hydroxylases were increased markedly. In Chinese hamsters, BHT feeding at 0.05%- and 0.15%-diet levels induced the activities of ethoxycoumarin *O*-deethylase, glutathione *S*-transferase and testosterone 15 $\alpha$ -hydroxylase. These results suggest that BIIT at doses above 0.05%-diet induces hepatic drug-metabolizing enzymes in a different manner between mice and Chinese hamsters.

In the second experiment, the co-administration of food compounds, synthetic antioxidants and natural food components, was studied on the effect of the activation of mutagens. Male mice were given diets containing BHT or butylated hydroxyanisole (BHA) and flavonoids (flavone and flavanone) for two weeks and the effects on the activation of mutagens were studied by the mutagenicity test. These compounds when given alone obviously increased activation of benzo[a]pyrene and aflatoxin B<sub>1</sub> in hepatic microsomes compared with the controls given a diet without these compounds. Further, the co-administration of two compounds increased the activation of the mutagens much higher than that given one of the compounds. Co-administration of BHT and flavone increased markedly the activities of ethoxycoumarin *O*-deethylase, pentoxyresorufin *O*-dealkylase and 7-benzoyloxyresorufin *O*-dealkylase. The co-administration of BHA and flavanone enhanced arylhydrocarbon hydroxylase and ethoxyresorufin *O*-dealkylase activities. The immunoinhibition of the mutagenicity of benzo[a]pyrene and aflatoxin B<sub>1</sub> by the antibodies of cytochrome P450 isozymes showed that the activation of the mutagens by co-administration might be due to the induction of Cyp1a2, Cyp2a2, Cyp2b10 and Cyp3a1 isozymes.

Supervisor: Morio FUKUHARA

### 1. 目 的

最近食品で最も一般消費者が関心を持っているのは食品の病原性微生物汚染や食品中に存在する化学物質のことである。化学物質については、環境汚染物質、農薬の残留物、食品加工過程の混入物質、植物の天然成分および食品添加物などで、合わせると一万種以上もあるといわれているが、すべてについて毒性が明らかになっているわけではない。例えば、日本では現在数百種の天然食品添加物が使用されているが、これらの多くは毒性試験を行わずに使用されており果たして安全なのかどうか。更に大きな問題は、個々の化学物質が安全であっても、同時に多数の混入農薬や食品添加物を毎日、食品と共に食べても安全かどうか、即ち複合作用や相互作用が現れるかどうかということである。

しかし、2種以上の食品中の化学物質が実際に安全かどうかについての試験は殆ど行われていないのが現状である。そこで、食品中存在する複数の合成及び天然の化合物を同時に摂取した場合、何らかの複合作用があるかを調べた。作用の指標として変異原物質の活性化（毒性発現）を用いることによる簡易で短期の試験で、発がん性を予測する系の確立を目指した。更にその活性化の作用機構を化学物質の体内での毒性化を担う異物代謝酵素の面から解明した。

### 2. 実験方法

(1) まず食品の酸化防止剤としてよく使われているがその異物代謝酵素への作用がまだ明らかでない合成添加物 BHT (butylated hydroxytoluene) を取り上げ、その最小有効作用量と動物種差を調べた。雄マウス (ddY) および雄ハムスター (Chinese hamster) を用いて 0.01%, 0.05%, 0.15% の BHT を餌に混ぜてこれらの動物に 2 週間摂取

指導教官：福原守雄（衛生薬学部）

させた後、肝臓の異物代謝酵素の変動を測定した。

(2) 次に食品中化学物質の複合作用を調べるために、合成食品酸化防止剤である BHT (0.1%), BHA (butylated hydroxyanisole, 0.2%) と、食品含有天然物であり、果物、野菜、緑茶、種、木の葉等に多く含まれているフラボノイド類 [flavone (0.1%) または flavanone (0.1%)] を餌に混ぜて同時に雄マウス (ddY) に 2 週間摂取させ、その複合作用を調べた。その指標としては食品とともに摂取される発がん性物質である benzo [a] pyrene (B [a] P), aflatoxin B<sub>1</sub> (AFB) と N-nitrosodimethylamine (NDMA) の変異原性の活性化を指標とした。またその作用の機構を明らかにするために、異物代謝酵素の主要酵素である cytochrome P450 の分子種の誘導と役割について、特異的な酵素活性の測定、Western blot 分析による分子種の同定、また分子種の抗体を用いた活性阻害実験により発がん性物質の変異原性を活性化する分子種を確認した。

### 3. 結果と考察

(1) BHT の単独投与では、0.01%, 0.05%, 0.15% の BHT 餌をマウスに 2 週間摂取させたところ、0.05%, 0.15% の餌濃度で異物代謝酵素のうち cytochrome P450 含有量、UDP-glucuronyl transferase (UDP-GT) 活性、pentoxyresorufin O-deakylase (PROD), testosterone 6  $\alpha$ -, 16 $\alpha$ -と 16 $\beta$ -hydroxylase 活性とその関連分子種が増加した。一方、ハムスターでは 0.05% と 0.15% の BHT 餌で、ethoxycoumarin O-deethylase (ECOD), glutathione S-transferase (GST) および testosterone 15 $\alpha$ -hydroxylase などの酵素活性とその関連分子種蛋白が誘導された<sup>(1)</sup>。これらの結果より BHT の最小作用量は 0.05% 前後であること、また BHT が薬物代謝酵素への誘導作用を有し、かつその作用には動物種差があることも示唆された。このような種差は B [a] P の代謝でも認められているので<sup>(2)</sup>、ハムスターとラットはこのような毒性試験では異なる結果を与える可能性が示唆された。

(2) 以上の結果を踏まえ、2 種類の食品中化合物を同時投与した場合の複合作用についてまずマウスを用いて調べ

た<sup>(3)</sup>。合成食品添加物である BHT、または BHA と天然食品成分 flavone または flavanone より単独投与を 4 組、二つの化合物の組み合わせた同時投与を 5 組つくり、各々を餌に混ぜて 2 週間投与し、B [a] P, AFB と NDMA の変異原性活発化を指標としてその複合作用を調べた。その結果、AFB の活性化の程度では単独投与よりも 2 種類の化合物を同時投与した場合に遥かに増加され、相乗効果が見られた。また B [a] P の活性化では同時投与により相加作用が見られた。NDMA については部分的に相加作用が認められた。日本における魚介と油脂などの酸化防止剤としての BHT および BHA の添加許可濃度は 0.1% 以下と決められている。一方、緑茶などのフラボノイド類の含有量は 20% に達するように、多量のフラボノイド類を含む食品が知られている。すなわち、今回の実験で使用したこれらの化合物の用量は実際の食生活でもありうる濃度であることより、このような複合作用は起きうることが示唆された。次にこれらの複合作用の機構を異物代謝酵素分子種の誘導との関連から解明した。BHT と flavone の同時投与では主に分子種 Cyp1a2, Cyp2b に特異的な酵素の活性 (EROD, PROD, BROD) が誘導されたが、BHA と flavanone の併用投与では主に Cyp1a2 に特異的な活性 (AHH, EROD) が誘導された。更にこれら分子種の抗体を用いた Western blot では、Cyp2a, Cyp2b10, Cyp1a2 の増加が認められ、また抗体抑制実験でも、B[a]P と AFB の活性化に関与する分子種は Cyp1a, Cyp2a, Cyp2b, Cyp3a であることが示唆された。以上より、合成食品添加物や天然食品中成分の同時投与により、単独投与で得られるより強い複合作用、特に相乗作用が見られ、これが実際に起こりうる場合があること、またその機構としては、特異的な異物代謝分子種の増加によることが明らかになった。更に今回の短期実験系を用いて長期の複合作用実験の予測ができる可能性が示唆された。今後は食品中化合物の毒性試験は、2 種類以上の化合物の組み合わせで行うべきであること、更に食品添加物の作用は食品中にもともと含まれる天然物との相互作用をも視野に入れた毒性試験を行う必要があることが示唆された。

〈教育報告〉

## 藻類の凝集阻害に関する研究

菅原 繁

## Effects of algae on coagulation-flocculation process

Shigeru SUGAWARA

The effects of algogenic organic matter(AOM) on coagulation-flocculation process in water purification plant was studied using cyanobacteria, *Microcystis* spp. as typical algae in eutrophicated lakes. The coagulation and sedimentation experiments were implemented by the series of jar test using aluminum sulfate(AS), polyaluminum chloride(PAC), and a new coagulant, polysilicato-aluminum(PSA). The effect of coagulation interference of AOM was examined by turbidity,  $\zeta$ -potential, residual aluminum and residual AOM. The main results about observed differences of coagulation interference according to physico-chemical properties of AOM are summarized as follows:

Fractions of extracellular organic matter(EOM) obtained from axenic cultures of declining phase of *M. aeruginosa* showed that a ratio of carbohydrates(CH)/dissolved organic matter and a molar absorption coefficient increased according to the increase of molecular weight(MW). Medium MW fraction(10,000-100,000 dalton: MMWF) showed no formation of coagulated flocs, dispersed kaolin particles and a high residual aluminum concentration(presumably by complex formation of MMWF with aluminum). High MW fraction(> 100,000 dalton: HMWF) gave dispersed, fiber-like coagulated flocs in shape, which did not sediment(presumably by protective colloid reaction). And aluminum forming flocs with HMWF was removed by filtration. Low MW fraction(1,000-10,000 dalton: LMWF) showed no coagulation interference.

A mixture of surface-retained organic matter(SOM) and intracellular organic matter(IOM) obtained from colonies of *Microcystis* spp. sampled from a eutrophicated lake showed a characteristics of coagulation interference similar to that of the MMWF. A decrease of  $\zeta$ -potentials of coagulated flocs in the presence of the mixture was caused by interfering with the formation of positive hydrolyzed products of aluminum. As a causing factor on the coagulation interference by this mixture, proteins(AM), mostly composed of low molecular fraction(<1,000 dalton) was considered.

PSA of which basicity was adjusted to 95% showed a lower extent of the coagulation interference by the mixture than PAC(basicity 50%) and AS, and was relatively tolerant to suffer the coagulation interference.

Supervisor: Yasumoto MAGARA

## 1. 研究の目的

富栄養化した水域(湖沼・貯水池など)を水源としている浄水場では、水源域で増殖した藻類により凝集反応が阻害され浄水処理を困難にしている。これに対して浄水場では、硫酸アルミニウムやポリ塩化アルミニウムなどアルミニウム系凝集剤の注入率を高めることなどで対処してきているが、ろ過水中へのアルミニウムの流出等も指摘されている。飲料水中のアルミニウムがアルツハイマー症の原因物質の一つとして指摘されているなど、衛生工学的にも、凝集阻害時の適正な浄水操作及び新たな凝集剤の開発が求められている。

凝集処理は、無機懸濁質などの処理対象物質の表面電荷と、正電荷の凝集剤の多価錯体との間の荷電中和反応及び、

その後連続して生じる凝集フロック間の架橋反応を利用している。しかし、この荷電中和反応は、藻類由来の有機物質(Algogenic organic matter:AOM)の存在により阻害されることが明らかとなってきた。また、AOMの物理化学的特性に基づく阻害メカニズムに関する知見は少なく、AOMによる阻害の様態及びその程度などを総合的に解釈する試みはまだ行われていない。

そこで本研究では、凝集阻害起因藻類の一つとして明らかにされている藍藻類の *Microcystis* 属に着目して、AOMが無機懸濁質の凝集沈澱に与える影響を、ジャーテストを用いた凝集沈澱実験により検討した。そして、AOMの物理化学的特性に基づく阻害メカニズムの統一した解釈を試みた。また、藻類による凝集阻害の対策の一つとして、現在、日本の浄水場では用いられていない新しい凝集剤(ポリシリカトアルミニウム:PSA)の効果についても検討を行った。

指導教官: 眞柄泰基 (水道工学部)

## 2. 材料及び実験方法

### (1) 本研究における AOM の区分

AOM は、藻体の細胞膜及び細胞内容物からなる細胞内有機物質(Intracellular organic matter:IOM)及び細胞壁や細胞外に分泌され細胞表面に付着及び水中に拡散して存在する細胞外有機物質(Extracellular organic matter:EOM)に大きく区分される。しかし、EOM の中で特に細胞表面に付着している有機物質は藻体に伴って存在する部分であるため、細胞表面保持有機物質(Surface-retained organic matter:SOM)として IOM と常に共存するものと本研究では考え、SOM と IOM をまとめて取り扱った。本研究では、EOM は SOM を含まず、細胞外に分泌され水中に拡散している有機物質として取り扱った。

### (2) AOM 試料の調整方法

① *Microcystis* spp.コロニーを津久井湖から採取し、湖沼水からコロニーをろ別・分離した。そして、このろ液を EOM とした。また、ろ別したコロニーに蒸留後の脱イオン水(精製水)を加え、遠心法により洗浄を行い、さらにこれを超音波処理して細胞を破壊し、この懸濁液から超遠心法で上澄水を分離し、これを SOM+IOM とした。

② 無菌単藻培養した *M. aeruginosa* の細胞をろ別し、EOM を含む培養液を限外ろ過法により分子量分画し、低分子量 EOM(分画分子量千~1万ダルトン)、中分子量 EOM(1万~10万ダルトン)、高分子量 EOM(10万ダルトン以上)の3画分を得た。

### (3) ジャーテストによる凝集沈澱実験

#### ① ジャーテストの条件

濁度40度となるようにカオリン人工濁水を精製水中に加え、炭酸水素ナトリウムにてアルカリ度40度に調整した。AOM 試料を加えた後、凝集剤添加後に所定の pH になるように、0.1-N 塩酸または0.1N-水酸化ナトリウム溶液を加えた。攪拌速度120rpm にて予備攪拌を5分間行った後、凝集剤を添加した。続いて攪拌速度120rpm にて5分間急速攪拌を、更に40rpm にて25分間緩速攪拌した後、30分間静置した。

#### ② 使用凝集剤及び凝集剤添加濃度

硫酸アルミニウム(Aluminum sulfate:AS)

ポリ塩化アルミニウム(Polyaluminum chloride:PAC)

ポリシリカト-アルミニウム(Polysilicato aluminum:PSA)

#### ③ 測定項目

1) 静置後の上澄水について：濁度、pH.

2) 上澄水のメンブレンフィルター(孔径0.45 $\mu$ m)ろ過水について：溶存有機炭素(以下 DOC)濃度、紫外部の波長260nm における吸光度(以下 UVE260)、炭水化物の指標としてアンスロン反応性炭水化物(以下 CH)濃度、タンパク質の指標として TNBS 法による  $\alpha$ -アミノ態窒素(以下 AM)濃度及び ECR 法によるアルミニウム濃度。

3) フロックについて： $\zeta$  電位。

## 3. 結果及び考察

### 3-1. AOM による凝集阻害

#### (1) AOM の凝集沈澱への影響

*Microcystis* spp.コロニーから得た EOM と SOM+IOM の添加濃度が高くなるに伴い各凝集剤ともに上澄水濁度が上昇した。また、上澄水濁度の急激な上昇が生じる AOM 添加濃度よりも低い AOM 添加濃度においては、AOM 無添加の場合よりも濁度が低下し、AOM の凝集助剤の効果が認められた。また、総じて同程度の凝集剤添加濃度において AS 及び PAC よりも PSA ではより高い AOM 添加濃度で濁度上昇が認められた。

#### (2) AOM の凝集阻害度

これらの AOM による凝集阻害の程度の大きさを表す指標として凝集阻害度をもとめ比較した。凝集阻害度は、上澄水濁度2度(水道水水質基準)となる AOM 添加濃度と凝集剤添加濃度から求められる比であり、AOM を構成する有機物質の単位量当たり(mg)に消費される凝集剤のアルミニウム量(mg)に相当する値である。PAC 及び PSA では、EOM 及び SOM+IOM については0.2~0.3であったが、AS では EOM で PAC, PSA の約2倍、SOM+IOM で約6倍の値を示し、AS の阻害の程度が大きかった。

これより、実際の湖沼水については、藻体及びその表面に付着する有機物質(SOM+IOM)の方が湖沼水中に拡散して存在する有機物質(EOM)よりも AS に対する阻害が大きいことが示された。そして、SOM+IOM の DOC に占めるタンパク質の割合が高いことが、EOM よりも AS に対する阻害の程度が大きいことと関連していると考えられた。

AS の塩基度は0%であり、PAC 及び PSA は製造過程で塩基度がそれぞれ約50%、95%に調整されていることから、また、塩基度が凝集剤アルミニウムの加水分解の程度と関係していることから、凝集剤間の阻害の相違は、凝集剤の塩基度の相違によるものであることが考えられた。また、PSA は実際の湖沼水を用いた藻類細胞及び濁度成分の除去にも最も良好な効果を示し、凝集阻害をより受けにくい凝集剤であると考えられた。

### 3-2. SOM+IOM による凝集剤アルミニウムの消費と消費メカニズム

凝集阻害の寄与の程度が大きい SOM+IOM について、化学組成及び分子量分布を検討した。その結果、3種凝集剤について単位アルミニウム当たり除去できる炭水化物及びタンパク質には限界量(飽和量)が存在することが示唆された。これらの飽和除去量は、濁度上昇を生じた有機物質添加濃度付近に存在することから、SOM+IOM により凝集剤アルミニウムが消費されたことが、濁度の上昇を生じた原因であると考えられた。また、何れの凝集剤においても、アルミニウムの溶解度に比べて、SOM+IOM を添加した場合では上澄水中のアルミニウム残留濃度が上昇したことから、消費されたアルミニウムの一部は処理水中の残留アルミニウムとして存在していることが明らかとなった。

また、大部分が高分子量成分からなる炭水化物は除去性が良く、大部分が低分子量成分からなるタンパク質はほとんど除去されなかったことから、残留アルミニウムは主として低分子量のタンパク質と共存していることが示された。これらの残留アルミニウムは、SOM+IOMを構成する有機物質との錯体形成により生じたものと考えられた。

### 3-3. カオリン粒子及び凝集剤加水分解物の表面電荷に与える SOM+IOM の影響

pH7において、SOM+IOMはカオリン粒子の $\zeta$ 電位を高める効果を持っていたが、凝集剤加水分解物に対しては $\zeta$ 電位を低下させる効果を持っていた。これより、SOM+IOMによる凝集フロックの $\zeta$ 電位の低下は、カオリン粒子の $\zeta$ 電位を低下させることが原因ではなく、正電荷を持つ凝集剤加水分解物の形成を妨げたことによるものであることが示された。DOC成分の約半分を占める低分子量のタンパク質は、カオリン表面に吸着したDOC成分の大部分を占めていた。また、ジャーテスト後のタンパク質残留濃度は高く、残留アルミニウムと共存していることが示された。このことは、凝集剤とカオリン粒子が共存する場合には、タンパク質はカオリンに吸着するよりも凝集剤と錯体を形成する傾向があることを示している。

この結果に加えて、前述のSOM+IOMの分子量分布及びジャーテスト後の有機物質の残留濃度の結果から、SOM+IOMの凝集阻害の主要な有機物質はタンパク質であり、阻害の主要なメカニズムは、特に低分子量タンパク質の錯体形成による凝集剤アルミニウムの消費によるものと考えられた。

### 3-4. 無菌単藻培養した *M. aeruginosa* の分子量分画した EOM 画分による凝集阻害

実際の湖沼水から得たEOMは藻類由来以外の有機物質などを含み、EOM濃度が実際よりも希釈されており、EOM自体の特性を明らかにすることは困難である。そこで、無菌単藻培養した *M. aeruginosa* の衰退期の細胞をろ別後、EOMを含む培養液を限外ろ過法により分子量分画し、カオリン粒子の凝集沈澱反応に与える影響を硫酸アルミニウムのジャーテストにより検討した。その結果、高分子量及び中分子量EOMで凝集阻害が生じたが、EOMの分子量により阻害の様態が異なることが示された。高分子量EOMによる阻害は、沈降しにくい繊維状フロックが形

成したが、凝集フロックが分散し、安定化したことから、生成した微少フロック粒子表面に対する保護コロイド作用によるものと考えられた。しかし、フロックのろ別により、ろ液中にアルミニウムは残留しなかった。中分子量EOMによる凝集阻害は、フロックが形成されずアルミニウムが高濃度で残留したことから、錯体形成によるものと考えられた。凝集阻害が生じない低濃度の添加濃度では、全ての画分が凝集補助剤的な効果を示した。

### 3-5. 阻害メカニズムとAOMの物理化学的特性との関係

凝集阻害が、AOMと、凝集剤アルミニウム及びアルミニウム加水分解物との間の物理化学的反応を介して生じることから、AOMの水溶液中での解離状態は凝集阻害の様態及び阻害の程度に影響を及ぼしているものと考えられる。そこで、分光光度法によるAOMの化学的特性の検討を行い、AOMによる凝集阻害の様態の違いとの関係を検討した。

AOMのDOC濃度1mg-C/l当たりの、紫外外部波長260nmにおける5cmセルの吸光度とpHの関係からpH吸光度曲線を求めた。単位DOC当たりの吸光度の値はAOM間で顕著に異なり、EOMは分子量が小さくなるに伴い吸光度が小さくなり、また、SOM+IOMの吸光度はEOMのものよりも小さかった。阻害を生じた高分子量及び中分子量EOMの約半分が炭水化物から構成されタンパク質の占める割合は小さく、逆にSOM+IOMはタンパク質が主構成成分であることから、保護コロイド作用による凝集阻害の主要な阻害要因は、大きいモル吸光係数を持つ高分子量の炭水化物であり、錯体形成の主要な阻害要因は、モル吸光係数が比較的大きい中分子量の炭水化物とモル吸光係数が小さい低分子量のタンパク質であるものと考えた。炭水化物及びタンパク質の占める割合が共に低い低分子量EOMは凝集阻害を生じにくいものと考えた。

## 4. ま と め

AOMによる凝集阻害メカニズムを、その物理化学的特性に基づいて解釈することが可能であることが示唆された。特に、AOMの解離状態の指標である紫外外部吸光度は分子量などの知見と共に、AOMによる凝集阻害を予測する際に重要な項目であると考えられた。



〈教育報告〉

## バイオテクノロジーの手法を用いた抗原・抗体の作製とウイルス研究への応用

修 寧

**Production of antibodies against influenza surface proteins by using recombinant DNA technology and its application for the studies of influenza virus**

Ning TONG

In this study, biotechniques—fusion protein and DNA vaccination—were used to elicit antibodies against influenza surface proteins, hemagglutinin (HA) and neuraminidase (NA). By using fusion protein technique, cDNAs (complementary DNAs) of 6 peptides corresponding to HA1 antigenic regions and HA2 membrane fusion region of influenza A viruses were fused to the gene for mouse dihydrofolate reductase in pQE40 vector. The fusion proteins, expressed in *E. coli*, were purified on Ni<sup>2+</sup>-NTA resin and antibodies were raised in mice. All antibodies reacted strongly with homologous proteins and weakly with virions in ELISA. In indirect immunofluorescent staining, 3 antibodies also showed positive reactions on virus-infected cells, and one antibody was confirmed to recognize HA protein and a virus strain isolated in the next season. The results indicate that fusion protein technique can be used to produce efficient antibodies for the identification and antigenic analysis of influenza viruses.

By using DNA vaccination technique, recombinant DNA(s) was constructed by inserting HA or NA cDNA of influenza A viruses into pME18S vector and antisera were raised in mice intramuscularly inoculated with recombinant DNA(s). In indirect immunofluorescent staining, antisera reacted with HA or NA protein. The results indicate that DNA vaccination technique can be used in rapid production of specific antibodies. The antisera were used in the analysis of interaction between HA and NA proteins of recently isolated influenza A (H1N1) viruses which lost the ability to agglutinate chicken red blood cells (CRBC). In vitro, adsorption of CRBC did not occur on COS cells transfected with A/Aichi/4/92 HA cDNA but occurred on that co-transfected with A/WSN/33 NA cDNA. However, no difference could be found between COS cells transfected with HA or co-transfected with NA cDNA in indirect immunofluorescent staining. It suggested that NA protein could facilitate adsorption of CRBC to HA protein by modifying rather than enhancing expression of HA protein. This was confirmed by the recovery of hemadsorption on HA-transfected COS cells treated with bacterial neuraminidase.

Supervisor : Setsuko NAKAJIMA

**1. 目 的**

毎年、冬になるとインフルエンザの流行が起こり、数百万の人々が罹患する。また、超過死亡に見られるように、多数の高齢者がインフルエンザが原因で死亡し、公衆衛生上大きな問題となっている。インフルエンザに対する特效薬が存在しない現在では、ワクチンによる予防しか流行を防ぐ手だてではない。しかしながら、インフルエンザウイルスは抗原変異を起こすため、ワクチンに含まれるウイルスの抗原性が流行ウイルスの抗原性と一致しないとワクチンの効果は少ない。流行ウイルスを解析し、流行予測を行い、的確なワクチン株を選定する必要がある。

本研究では、バイオテクノロジーの手法を用いて、インフルエンザウイルス HA の抗原領域部位と膜融合活性部位の融合蛋白質を大腸菌で発現させて抗原とし、HA の任意領域に対する抗体を作製すること、また、インフルエンザウイルス遺伝子の cDNA を発現ベクターに組み込み、直接動物に導入することにより、特異的抗体を作製すること、さらにこのような抗体を用いてウイルスの抗原性や構造、機能の解析を行うことを目的とした。

**2. 材料と方法**

1. 細胞とバクテリア株 : MDCK, MDBK, CV-1及び COS 細胞と大腸菌の M15及び JM109株を用いた。
2. ウイルス株 : A/USSR/90/77(H1N1), A/Aichi/7/94(H3N2)及び A/Kamata/13/95(H3N2)株は融合蛋白質

指導教官 : 中島節子 (衛生微生物学部)

に、A/WSN/33(H1N1)とA/Aichi/4/92(H1N1)株はDNAワクチンに用いた。

3. 目的抗原部位：A/USSR/90/77のHA2の膜融合活性部位から1種類(37 aa)とA/Aichi/7/94のHA1の抗原決定領域から5種類(30-61 aa)のペプチド部位を融合蛋白質として発現させた。A/Aichi/4/92のHA及びA/WSN/33のNAをDNAワクチンに用いた。

4. 発現ベクターとクローニング：融合蛋白質の発現とDNAワクチンにそれぞれpQE40とpME18Sベクターを用いた。目的抗原領域のcDNAをRT-PCRにより増幅させ、発現ベクターにクローニングした。

5. 融合蛋白質と組換えDNAの調製：融合蛋白質をM15により発現させ、Ni<sup>2+</sup>-NTAレジンで精製して抗原とし、マウスの免疫に用いた。DNAワクチンとしての組換えDNAはJM109により調製し、PEG法で精製してマウスの免疫に用いた。

6. 動物免疫と抗血清の作製：融合蛋白質を抗原として、BALB/cマウスを2回腹腔内注射により免疫し、心臓採血により6種類の抗血清を分離した。また、精製したHAとNAの組換えDNAを同種マウスに3回注射し(筋肉注射)、心臓採血により抗血清を分離した。

7. 免疫学的測定法：各抗血清の免疫学的性状をELISA, Western blot, 間接蛍光抗体法, 血球凝集抑制(HI)試験, 中和試験および細胞融合抑制試験などで解析した。

### 3. 結 果

1. 融合蛋白質：6種類の融合蛋白質p11RFP, p22RFP, p33RFP, p12RFP, p23RFP(HA1)及びp44RFP(HA2)を抗原とし、BALB/cマウスを免疫して融合蛋白質に対する6種類の抗血清p11RFPs, p22RFPs, p33RFPs, p12RFPs, p23RFPs及びp44RFPsを作製した。これらの抗血清の免疫学的性状はELISA, 間接蛍光抗体法, Western blot法及びHI試験, 中和試験, 細胞融合抑制試験を用いて測定した。

ELISA法で測定した結果、すべての抗血清は免疫に用いた融合蛋白質に対する陽性反応を示した。一方、融合蛋白質に対する抗血清はウイルス粒子に対する反応が弱かった。これらのうち、p12RFPsは最も高い値を示した。これらの結果は融合蛋白質に対する抗体が融合蛋白質と強く反応すると同時に、ウイルス抗原とも結合することを示した。

間接蛍光抗体法では、p12RFPs, p11RFPs及びp44RFPsで蛍光が認められた。しかし、p22RFPs, p33RFPs及びp23RFPsでは、顕著な蛍光が認められなかった。さらに、p12RFPsがHA分子を特異的に認識することと翌シーズンに分離された流行株を認識することが確認された。

Western blot法で調べた結果、融合蛋白質に対する抗体は融合蛋白質との反応が認められた一方、HA蛋白質を認識する特異的抗体が認められなかった。

以上の測定法以外にHI試験と中和試験も行ったが、すべての抗血清では陽性反応が認められなかった。また、p44RFPに膜融合活性部位が含まれているため、p44RFPsを

用いて膜融合抑制試験をCV-1細胞で行ったが、結果は陰性であった。

2. DNAワクチン：1991/92シーズンに分離されたインフルエンザA(H1N1)型ウイルスは血球凝集能によって2グループに分けられた。グループ1はニワトリ血球とガチョウ血球を共に凝集し、グループ2はニワトリ血球凝集能を失っていた。両グループのウイルスHA分子のアミノ酸配列を解析した結果、全く同じアミノ酸配列を持っていた。両グループのウイルスのHAのcDNAをCOS細胞にトランスフェクションして発現させ、血球吸着試験を行った結果、両ウイルス共にニワトリ血球は吸着しなかった。さらに、A/Aichi/4/92(グループ1)ウイルスのHAのcDNAとA/WSN/33ウイルスのNAのcDNAを共発現させるとニワトリ血球を凝集するようになった。

pME18S-HA及びpME18S-NAの組換えDNAをマウスに注射することにより抗HAと抗NA特異抗体が得られた。間接蛍光抗体法を用いて測定した結果、HAに対する抗血清では強い蛍光が認められ、NAに対する抗血清では弱い蛍光が認められた。さらに、A/Aichi/4/92のHA蛋白質とA/WSN/33のNA蛋白質を共発現させたサンプルを抗HA抗体を用いた蛍光抗体法で調べた結果、HA蛋白質を単独に発現させた場合と顕著な差が認められなかった。また、A/Aichi/4/92ウイルスのHA蛋白質をバクテリアのノイラミニダーゼで処理した後、ニワトリ血球吸着能が回復した。

### 4. 考 察

蛋白質或いはペプチドに対する特異的抗体を作製することは蛋白質の機能と構造の研究には重要な方法の一つである。本研究はバイオテクノロジーの手法—融合蛋白質とDNAワクチン—を用いて、インフルエンザウイルスHA或いはNA蛋白質に対する抗体を作製し、ウイルスの抗原性や構造、機能の解析及び最近分離されたインフルエンザウイルスのニワトリ血球凝集能の変化におけるHA, NA蛋白質の相互作用の解析を行った。融合蛋白質の手法を用いた研究では、HA蛋白質に対する6種類の抗血清を作製し、その免疫学的性状の分析はELISA, 間接蛍光抗体法, Western blot法などの免疫学的測定法を用いて行った。その結果、免疫に用いた融合蛋白質との陽性反応が認められた一方、ウイルス粒子との反応が弱く、抗体の力価が低かった。しかし、特異的抗体が産生されていることはELISA, 間接蛍光抗体法で確認することができた。本研究で融合蛋白質に対して作製した抗体の力価が低かった原因として、免疫に用いた融合蛋白質の量、ペプチドの大きさ、アミノ酸組成、構造、合成後の修飾と蛋白質の発現に用いた宿主などが考えられる。

DNAワクチンの手法を用いた研究では、インフルエンザウイルスHA, NA蛋白質に対する抗体を作製し、免疫学的測定を行った結果、ウイルスHA, NA蛋白質に対する免疫反応が間接蛍光抗体法で確認された。HA蛋白質に対す

る抗血清では強い蛍光が認められ、NA 蛋白質に対する抗血清では弱い蛍光が認められた。この結果から、マウスに直接組換え DNA を注射することによりウイルス遺伝子産物に対する抗体が作られることが確認された。また、作られた HA 蛋白質と NA 蛋白質に対する抗血清を用いて、最近分離されたインフルエンザウイルスのニワトリ血球凝集能の変化における HA、NA 蛋白質の相互作用の解析を行った。間接蛍光抗体法で調べた結果、A/Aichi/4/92 (グループ1) の HA 蛋白質単独発現の場合と A/Aichi/4/92 の HA 蛋白質と A/WSN/33 の NA 蛋白質の共発現の場合で抗 HA 血清による蛍光に顕著な差が認められなかった。この結果から、HA 蛋白質発現細胞で NA 蛋白質の存在により HA 蛋白質の発現量が増加したのではなく、HA 蛋白質が修飾されたと考えられる。NA 蛋白質が HA 蛋白質を修

飾する機序として、NA 蛋白質の持つノイラミニダーゼの作用による HA 蛋白質の糖鎖のシアル酸の切断が考えられる。In vitro で、A/Aichi/4/92 の HA 蛋白質を発現させた COS 細胞を細菌のノイラミニダーゼで処理した結果、ニワトリ血球吸着能が改善されたことから、この考えは支持された。

本研究では DNA ワクチン法を用いて、インフルエンザウイルスの遺伝子を発現ベクターに組み込み、直接動物に注射することにより得られた HA、NA 蛋白質に対する特異的抗体がインフルエンザウイルスの機能の解析に用いられることが示された。この方法では動物体内で発現された遺伝子産物に対して免疫反応が誘起されるため、特異性の高い抗体が産生されると考えられる。

〈教育報告〉

## 廃棄物資源化施策の計画・評価に関する研究

松井 康弘

### A study on planning and evaluation of waste recycling measures

Yasuhiro MATSUI

In Japan, wastes have brought up some social problems. It's of urgent necessity to build up an efficient waste reduction and recycling system. Municipalities have to make rational decisions that are based on proper evaluations about policy options for waste reduction and recycling. And they must enlighten citizens to cooperate and participate according to their policies. But, there are few data for evaluating policies or little knowledge for promoting citizens participation at present.

In this study, the author studied three stages of waste management; self-disposal, citizen's participation for waste reduction and recycling system, and waste collection/transport. As for self disposal, the author analyzed the disposal cost for kitchen waste. It was suggested that the treatment costs of kitchen waste by self disposal instruments (with the capacity of 100kg/day or less) were higher than the cost when it is treated by a municipality.

As for citizen's participation, the author analyzed citizen's conscious structure, etc.. The author acquired some useful learning about the factors influencing citizen's participation; the recognition of the neighbors behavior, the recognition of seriousness and sense of responsibility about waste disposal and resource problems, sense of responsibility for future generation, the conscious of "Mottainai", the recognition of social norm, etc..

As for waste collection/transport, the author analyzed statistics and studied about working efficiency and influencing factors. It was suggested that the working efficiency of waste collection declined as the recycling rate going up and it was improved as the density of waste going up in some cases.

Through these study, the author suggested some criteria and evaluation methods for decision-making about waste reduction and recycling policies. And the author could acquire some useful knowledge for promoting citizen's participation and he suggested the future principles for PR and the improvement of collection service.

Supervisor : Masaru TANAKA

### 1. はじめに

平成7年6月、「容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進に関する法律」が成立した。同法は自治体に容器包装廃棄物の分別収集を誘導し、また事業者に対してはそれらの引き取りおよび再商品化を義務づけており、廃棄物資源化の動きは、今後加速、本格化する見通しである。各自治体のごみ処理は、従来の焼却主流の処理体系から、資源循環型の処理体系へと変わる大きな転換期に現在さしかかっていると見える。

このように社会全体としてはリサイクル推進に向けて大きく動き出そうとしている一方で、ごみ処理事業を担う各自治体においては、リサイクルに伴う費用負担の増大が懸念されている。例えば、収集・運搬段階においては、収集方式を混合収集から分別収集に変更することによって収集

効率が低下し、車両台数、収集人員といった収集体制の拡充が必要になる場合も予想される。また中間処理段階においては、資源化を行うための選別施設、固形燃料化(RDF)施設等が新たに必要となり、それらの建設、運営に多大な費用を要することとなる。これまでも数多くの自治体がりサイクル事業を展開してきているが、中にはリサイクル実施に伴って膨大な費用負担が発生して自治体の財政を圧迫し、事業の継続が疑問視されている事例も見られる。

財政事情の厳しい現在、自治体が行う各種事業はその効率化を迫られており、ごみ処理事業もその例外ではない。廃棄物資源化の動きが社会的合意の下に多くの自治体へ拡大し、さらにその仕組みが将来にわたって定着していくためには、各自治体は可能な限り効率的な処理体系を構築する必要があるといえよう。

また、リサイクル事業において回収資源の質、量を確保するためには市民の協力が不可欠である。各自治体は広報による意識啓発、参加しやすい収集サービスの提供等を通

指導教官：田中勝（廃棄物工学部）

じて市民参加を促進させることが重要である。

以上述べたように、リサイクル事業を推進するに当たって、各自治体は①効率的な処理体系の構築、②市民参加の促進、の大きく2つの課題に取り組むことが求められている。具体的には、効率的な処理体系の構築に向けて、資源化施策の各種選択肢の効率性を評価し、最適な選択肢を選定することが必要となる。また、市民参加の促進に向けては、参加の現状を把握するとともに参加に対する阻害要因、促進要因を明確化し、参加しやすい仕組みの整備、効果的な広報を推進する必要がある。

しかし、現時点においては、施策の効率性あるいは市民参加について科学的評価を行うための基礎情報は乏しいと言え、こうした情報の把握及び施策評価手法の確立が緊急の課題となっている。これら背景をふまえ、本研究では、ごみ減量・リサイクルの量的側面を大きく規定する「発生段階」、及び処理費用面において大きな割合を占めるとされる「収集・運搬段階」に焦点を当てて、既存施策の効率性、市民参加の現状・影響要因に関する基礎情報を把握し、科学的施策評価手法を確立することを目的とした。

発生段階においては、自治体は効果的な広報活動（情報提供・意識啓発）、市民の参加しやすい収集サービスの提供等を通じて市民参加を促進させることが重要であるが、市民意識や情報浸透の現況について詳しい検討はほとんどなされておらず、現在各自治体はいかなる広報を行うべきか、どのような施策を実施すべきかを模索している段階であると言える。よって、本研究では市民参加に関連する基礎情報として参加、情報浸透の実態を把握するとともに、意識構造を解析して市民参加の影響要因について検討することとした。

また、発生段階において各市民が厨芥類を庭先で処理したり、可燃ごみを焼却したりする、いわゆる自家処理がごみ減量の有効な手法として注目されている。特に厨芥類の自家処理を中心に様々な処理機器が開発されており、各自治体でも積極的に導入が図られているが、その処理コストについての検討は十分になされていないのが現状である。本研究では、厨芥類自家処理機器の処理コストに焦点を当てて検討することとした。

収集・運搬段階に関しては、分別区分数、収集頻度、収集場所の数といったサービス水準をどのように設定するのかが行政にとって大きな課題となっている。分別収集の実施、収集サービスの向上によって、ごみ減量・リサイクルが促進される一方で、作業効率が低下して収集コストの増大を招く、といったトレードオフの関係が予想されるが、詳しい検討が行われていない。よって本研究では、収集・運搬の作業効率と資源分別収集のサービス水準との関連について検討することとした。

本研究は以下の3つのサブテーマから構成される。

1. 収集・運搬の効率及び市民参加の影響要因に関する統計解析

2. 資源分別収集に対する市民参加の実態とその意識構造の分析

3. 厨芥類自家処理の経済性評価

以下、サブテーマごとにその概要を示す。

## 2. 収集・運搬の効率及び市民参加の影響要因に関する統計解析

収集・運搬の効率を評価し、影響要因を把握すること、及び市民参加の影響要因の把握を目的として、厚生省の廃棄物処理事業の実態に係る全国統計データを解析した。収集・運搬については、作業効率の指標として「年間収集量／車両積載量」を算定し、影響を及ぼす要因として「地理的特性」や「ごみ発生密度」といった「地域特性」、及び「資源収集率」、「車両1台あたり積載量」といった「政策特性」との関連を検討した。

また、市民参加の指標として「一人あたり資源収集量」を算定し、「資源ごみ収集ステーション設置状況」、「資源ごみ収集回数」、「手数料徴収状況」といった「収集サービス水準」との関連を検討した。

その結果、

- (1) 作業効率に対して有意な相関を示した「ごみ発生密度」及び「資源収集率」の2つの要因によって自治体を層化した上で、作業効率を自己評価するための基礎情報として、収集体制と年間収集量の関係を明らかにした。
- (2) 概して、資源収集率が高くなるにしたがって作業効率が低下する傾向が見られた。また、若干の例外を除き、ごみの発生密度が高くなるにしたがって作業効率が高くなる傾向が見られた。
- (3) 同じ収集量に対応する車両積載量を比較すると、年間収集量／道路実延長「5-10t/km」の区分では、「資源ごみ収集なし」を基準(1)にして、「0-5%」でその1.16倍、「5-10%」で1.41倍が確保されていた。年間収集量／道路実延長「10-25t/km」の区分では、「資源ごみ収集なし」を基準にして、「0-5%」で0.96倍、「5-10%」で1.26倍、「15%超」で1.78倍が確保されていた。
- (4) ステーション設置状況、収集回数という収集サービスを充実させることによって、自治体の資源ごみ分別収集に対する市民参加が促進される可能性が示された。また、通常ごみの有料化は、分別排出を促進する可能性が示された。

## 3. 資源分別収集に対する市民参加の実態とその意識構造の分析

市民参加促進に当たっては、現下のシステムに対する参加、情報の浸透及び広報の接触の状況を把握、問題点を抽出し、改善を図っていく必要がある。本研究は、市民参加促進に向けた今後の行政対応の方向性を探ることを目的に、川口市在住の500世帯を対象にアンケート調査を実施、①リサイクルに対する参加、情報浸透、広報接触の現状把握、②参加の促進要因、阻害要因の把握、の2つの課題に取り組むこととした。

リサイクルに対する参加、情報浸透、広報接触の現状把握については、年齢、性別、職業、家族人数、住居形態、近所づきあいの程度、町会加入の有無、居住年数といった個人特性に従って対象を区分し、各区分の参加率、情報浸

透度、広報接触率を算定した。

参加の促進要因、阻害要因を検討するに当たっては、これまで提案されてきた環境配慮行動に関する種々の行動モデルを参考に「ごみリサイクル行動の規定因モデル」を提案、モデルに従って意識構造を解析した。規定因モデルにおいては、ごみ問題一般に対する認知、態度に基づく「目標意図」の形成段階と、リサイクルシステムの評価に基づく自主的な「行動意図」の形成段階、「行動」の実行段階の3段階に分かれると仮定した。

「目標意図」は、ごみ問題一般に対する認知、態度である「環境リスク認知」、「責任帰属認知」、「対処有効性認知」及び「もったいない意識」の4つの要因によって規定される。「行動意図」は、「目標意図」の他に、リサイクルへの参加が面倒であるという「負担感」、及び近所の人に参加しているという「近隣他者行動の予測」の2つのシステム評価要因によって規定される。「行動」は、主に「行動意図」によって規定されるが、その他にも行動に必要な「情報の認知」、及び「社会的圧力の認知」によって規定されると仮定した。

検討の結果、

- (1) 町会未加入者や近所付き合いのない市民、集合住宅に住む市民、単身者、居住年数5年未満の市民等は、分別収集への参加率が低く、また資源ごみの収集日や排出場所に関する情報の浸透度、広報接触率が低いことが明らかとなった。
- (2) ごみリサイクル行動の規定因構造を解析した結果によれば、「行動」は、主に「リサイクルに参加したい」という「行動意図」、「近所で関わっている人は多い」という「近隣他者行動の認知」によって高められる。これは、「行動意図」がそれほど高くない市民であっても、「身近な人が数多く行動に参加している」と思えば、それに同調して行動する、といった側面を表していると解釈できる。また、「排出場所に関する情報の認知」が「行動」の規定因となっている例も見られた。
- (3) 「行動意図」は「近隣他者行動の認知」、「目標意図」によって高められ、「分別排出は面倒である」という「負担感」によって弱められる。
- (4) 「負担感」は、「資源ごみをいくつものに分けることが面倒である」、「資源ごみを出す場所が遠く、運ぶのが面倒である」、「保管していると悪臭がする」、「保管する

と、家の中でかさばるので邪魔になる」、「切り開き、洗い乾かすのは面倒である」といった参加の面倒さによって高められ、「目標意図」、「近隣他者行動の認知」によって弱められる。

- (5) 「目標意図」は、「ごみ問題の深刻さ・責任帰属認知」、「将来世代への責任感」、「もったいない意識」、「社会規範意識」によって高められ、「ごみ問題、資源問題の楽観」によって弱められる。また今回の解析結果において、「対処有効性認知」は「目標意図」の規定因とならなかった。
- (6) 「ペットボトル・繊維類」、「紙パック」に関しては、その排出場所の情報が十分に浸透していないことが示唆された。

#### 4. 厨芥類自家処理の経済性評価

厨芥類の自家処理の可能性を検討することを目的に、厨芥類の大量発生源である給食センターを対象にアンケート調査を実施し、厨芥類の発生状況、意識等を把握すると共に、厨芥類処理機器メーカーに対してアンケート調査を実施し、厨芥類の処理機器について基礎情報としてその処理コストを分析・評価を行った。

調査の結果、

- (1) 給食センターにおいては、半数が厨芥類の処理を業者に委託していた。また12%は畜産業者による引き取り、11%が生ごみ処理機等で自家処理していることが明らかとなった。
- (2) 厨芥類処理の今後のあり方としては、「生ゴミ処理機を導入したい」「分別・再資源化を図りたい」との意見がそれぞれ25%挙げられた。
- (3) 厨芥類処理機器の処理コストを自治体の処理コストと比較すると、処理能力が1日100kg以下の機器ではコンポスターを除いてほとんどが上回っていることが明らかとなった。

本研究では、①効率的な処理体系の構築、②市民参加の促進を目的に、収集・運搬段階及び自家処理段階における施策の効率性、市民参加の影響要因等の基礎情報及び評価手法を提案してきた。こうした本研究の成果が、廃棄物行政に携わる自治体職員の方々によって活用され、リサイクル促進に微力ながらも貢献できれば望外の喜びである。

〈教育報告〉

## 中国福州市における一人っ子の発育、発達についての調査

王 徳 文

Growth and development of preschool  
only-children in Fuzhou, China

Dewen WANG

In this study, the growth and development of Chinese only-children were investigated. We employed a multistage cluster sampling approach to select a sample from ten kindergartens in urban and rural areas in Fuzhou, China, in the autumn of 1995. The sample included 268 urban only-children, 188 rural only-children, and 341 rural non-only-children whose ages ranged from 3 to 6 years old. Anthropometric measurements were made and interviewing surveys with a questionnaire were performed by our staff.

The results were as follows:

1) The number of boys was greater than that of girls, particularly, in rural areas. This implies an imbalance of sex ratio of preschool children in this area.

2) Urban only-children had an advantages over rural only-children in growth in this area. However, there were no statistically significant differences in growth between rural only-children and rural non-only-children.

3) Urban only-children were suggested to have less problems in development than rural only-children. However, there were no statistically significant differences in most developmental items between rural only-children and rural non-only-children.

4) Sex differentials in patterns of growth and development were observed in this area.

Supervisor: Noriko Kato, Toshiro Tango, Yutaka Inaba

## はじめに

1979年に中国の政府は「夫婦一組に子ども一人」という家族計画を提唱し始めた。一人っ子についての研究は、欧米ではよく報告されているが、中国では僅かしかない。1980年代から、中国では数多くの大規模な子どもの発育についての調査が行われたが、直接一人っ子に焦点を当てている研究はほとんどない。近年、発達についての研究は増加しているが、中国の一人っ子の性格の傾向がまだ明らかになっていない。

本研究は、地域をベースとして、3～6歳の一人っ子を対象にして以下の問題を明らかにすることを目的とした。

1. 都会の一人っ子と農村の一人っ子の比較を通して、福州市の一人っ子の発育、発達状況を明らかにすること。

2. 農村の一人っ子と農村の非一人っ子の比較を通して、一人っ子と非一人っ子の発育、発達の差があるかどうかを明らかにすること。

## 対象者及び方法

本調査の対象は、福州市の都会と農村別に抽出したそれぞれ3つと7つの幼稚園の全幼児887名である。本調査を行った福州市は、中国の沿海南部に位置し、人口は約560万人で、都会人口は約140万人である。1984年以来、経済開放の特別地区として中国の福建省の社会、経済、文化の中心として栄えている。調査時期は1995年の10～11月であった。この調査内容は、発育と発達の2つ部分に分け、発育部分に対しては、幼児の身長、体重は、幼稚園で本研究の目的で訓練を受けた当地の医師と幼稚園の先生が測定した。発達部分に対しては、幼児の背景と発達項目を含んだ調査表を作成して、幼児の保護者にインタビューをし、調査員が記入した。

解析方法としては、発育のデータに関しては、WHOの乳幼児の発育標準を用い、本調査の対象児の栄養状況を評価した。さらに、対象児の年齢別身長、年齢別体重及び身長別体重を計算し、重回帰分析による都会の一人っ子と農村の一人っ子、及び農村の一人っ子と農村の非一人っ子の差を比較した。発達問診結果に関しては、主成分分析で幼児の性格について潜在因子を抽出し、都会の一人っ子と農村

指導教官：加藤則子（母子保健学部）  
丹後俊郎（疫学部）  
稲葉 裕（順天堂大学）

の一人っ子、及び農村の一人っ子と農村の非一人っ子のそれぞれの性格上の差について分析を行った。

## 結 果

### 1) 対象児の背景

分析の対象児としては、男474(59.5%)名、女323(40.5%)名であった。年齢別性別分布から見ると：各年齢層においても、都会の一人っ子では、男の子はやや女の子より多く(平均性比：114)、農村の一人っ子(平均性比：198)と農村の非一人っ子(平均性比：153)では、男児は明らかに女児より多かった。

対象児の背景から見ると：親の教育や職業や収入などにおいては、都会の一人っ子の親の方が高教育、良い職業と高収入などの率が高かった。都会の一人っ子と、農村の子の背景にはかなり差があることが認められ、農村の一人っ子と農村の非一人っ子では差がはっきり区別できなかった。

### 2) 一人っ子の発育状況

年齢別身長、年齢別体重と身長別体重の結果から見ると：男女とも都会の一人っ子は、農村の一人っ子より有意に身長が高く、体重が重かった；農村の一人っ子は、男女とも農村の非一人っ子と比較して、身長・体重に有意差がなかった。

栄養状況について、都会一人っ子の方は農村一人っ子より栄養不良の率が有意に低かった；しかし、都会女児は、農村一人っ子女児の方より有意に栄養過剰の率が高かった；また、農村の一人っ子と農村の非一人っ子の比較では、農村の一人っ子男児と農村の非一人っ子男児は、栄養不良及び栄養過剰について有意差がなかった；しかし、農村の一人っ子女児は、農村の非一人っ子女児より有意に栄養不良の率が高かった。

重回帰の結果については、男女とも出生体重、親の身長・体重、親の教育程度、親の職業、家庭収入、住環境などが有意に関連していた。しかし、男女では微妙な違いが見られた。男児に対しては、比較的家庭収入と母親教育などに関連がしているが、女児は父親の教育などに関連が強く認められた。

### 3) 幼児の発達について

幼児の発達について39項目で主成分分析を行い、varimax回転によって、4つの因子を抽出した。各因子の性質によってファクターIは「易怒性」、ファクターIIは「引き込み」、ファクターIIIは「依存性」、ファクターIVは「体質」と命名した。さらに、都会の一人っ子と農村の一人っ子、及び農村の一人っ子と農村の非一人っ子のそれぞれの性格上の差を比較した。その結果としては：

「易怒性」、「引き込み」、「体質」においては、都会の一人っ子と農村の一人っ子には有意差を認めなかった。男児の場合、「依存性」においては都会の一人っ子は農村の一人っ子より有意に得点が高かった。農村の一人っ子と農村の非一人っ子の比較では、「易怒性」、「引き込み」においては、有意差がなかった。農村の一人っ子女児は農村の非

一人っ子女児より、「依存性」と「体質」に有意に高い得点が得られた(得点高いほど問題が多い)。

## 考 察

### 1) 性別について：

この研究の対象児は、男児が女児より多く、性比のアンバランスがあることが示唆された。この問題については、中国政府がすでに関心を払っている。政府の担当官の発表によると2つ原因が考えられる：一は戸籍登録上の誤差、例えば、黒い戸籍の子の問題(戸籍上届けていない子)；二は人工的な要因、例えば、人工妊娠中絶など問題である。

### 2) 発育の結果について：

現在の中国では都会と農村の経済、栄養環境などにかなり差が存在し、この差は幼児の発育に影響を及ぼしていると考えられる。多くの研究はこの考えに一致し、中国では都会と農村では差があり、また、栄養状況も栄養不良と肥満の両方の問題が出ている傾向があるという報告がある。本研究もこの傾向を認めている。

中国では、一人っ子政策を有効に実行するため、「一人っ子証」(一人っ子しか生まないという約束証明書)を受け取った家庭は、月に少額の手当がもらえる。この手当は、都会と農村にも差があり、都会の方がやや多くもらえる。そして、都会の親は幼児に栄養を与える余裕が農村より大きいということにも結びつく。

農村の一人っ子と非一人っ子で発育上差が認められなかったのは、農村の一人っ子と非一人っ子でほぼ同じ環境で育てられ、兄弟の有無は発育に対して影響が強くなかったからと考えられる。また、農村の非一人っ子の中、68%の幼児は同胞数が2人しかいないため、家庭や社会においても同じように非一人っ子を大切に扱っていると思われる。

発育の影響因素に男女差がやや認められた。特に、農村の場合、古い中国の封建社会の思想に影響され、男子を女子より大切に扱っていることの現れと考えられる。

### 3) 発達の結果について：

都会の一人っ子は農村の一人っ子より「易怒性」、「引き込み」、「依存性」と「体質」に関しては問題が少なかったが、特に、都会の一人っ子男児は農村の一人っ子男児より、有意に「依存性」の得点が低かった(得点高いほど問題が多い)。これは、都会の親は農村の親より就職率が高く、子供と一緒にいる時間が少なかったことと、都会の子は幼いころから比較的良好な教育環境に生まれ、良い教育を受けさせられることと、都会の親自身も教育程度が高いなどのことと結びつけられる。親の教育程度は子どもに対して影響を与えることと、中国では都会の子は農村の子より発達が早くて良いという研究結果がある。

農村の一人っ子と非一人っ子の発達上の比較では、農村の一人っ子女児は非一人っ子女児より、「依存性」と「体質」に有意に問題が多かったが、他には有意差が認められなかった。これは中国の環境は家と家が非常に近く建てられ、特に、農村の場合、近所のつき合いは非常に親密、子ども一人っ子でもと非一人っ子でも、毎日近所で一緒に遊び、



喧嘩をし、笑いあえるので、一人っ子は孤独で育ったというところが少ないためと考えられる。親は子どもに過保護にしたり、溺愛しすぎると、子どもの性格の発達に悪い影響を及ぼしやすいことは周知の事実であるが、Falboの研究では、現在のところ中国の親は大きな心配をする必要はないだろうと述べている。

性格の発達上に男女の微妙な差も見られ、やはり、男女平等の推進は中国、特に農村の方で強調すべきと考える。

## 結 論

1. 対象児は男児が女児より多く、この地区で性別のアンバランスがあることが示唆された。
2. 都会の一人っ子と農村の一人っ子との発育の比較では、都会の一人っ子は農村の一人っ子より身長が高く、体重が重く、体のサイズが大きかった。さらに、都会の一人っ子は農村の一人っ子より栄養不良の率が低かった。しかし、都会の一人っ子女児は栄養過剰の者も存在した。
3. 農村の一人っ子と農村の非一人っ子との発育の比較では、農村の一人っ子と農村の非一人っ子は、身長・体重に有意差がなかった。しかし、農村の一人っ子女児は、農村の非一人っ子女児より有意に栄養不良の率が高かったが、他の栄養状況では有意差がなかった。栄養過剰のものは殆どいなかった。
4. 都会の一人っ子と農村の一人っ子との発達の比較では、都会の一人っ子男児には農村の一人っ子男児より有意に「依存性」の得点が低く、他には男女全てについて有意差が認められなかった（得点高いほど問題が多い）。
5. 農村の一人っ子と農村の非一人っ子との発達の比較では、農村の一人っ子女児が有意に「依存性」と「体質」に問題が多かった。他には男女全てについて有意差が認められなかった。
6. 男女微妙な性差が発育上と発達上に認められた。男女平等推進は中国、特に農村の方で強調すべきと思われる。