

&lt;報 文&gt;

## 紙おむつリサイクル工程における パルプおよび高分子吸収剤の定量\*

池浦 太莊<sup>1)</sup>・梶原 佑介<sup>2)</sup>・志水 信弘<sup>1)</sup>・土田 大輔<sup>2)</sup>・鳥羽 峰樹<sup>1)</sup>・  
永瀬 誠<sup>1)</sup>・桜木 建治<sup>1)</sup>・濱村 研吾<sup>1)</sup>・山田 陽三<sup>3)</sup>・嘉副 人文<sup>3)</sup>

**キーワード** ①紙おむつ ②リサイクル ③パルプ ④高分子吸収剤 ⑤重量分析

### 要 旨

使用済紙おむつリサイクルシステムの設備改善効果を検証するため、リサイクル工程中の試料に含まれるパルプおよび高分子吸収剤の定量法として、水中におけるパルプと高分子吸収剤の沈降速度の差を利用した分析法(沈降分離法)を開発した。

また、リサイクル工程中の試料には、パルプと高分子吸収剤が絡み合い、沈降分離法では分離困難な部分もあるため、パルプをセルラーゼで溶解し高分子吸収剤のみを定量する分析法と高分子吸収剤を酸化分解しパルプのみを定量する分析法を開発し、沈降分離法と比較検討を行った。

その結果、沈降分離法は比較的短時間にパルプ・高分子吸収剤双方の分析が可能で、有害な試薬を使用しないなどの点で実用性に優れており、リサイクル工程の定量評価に必要な測定精度も有していることが分かった。

### 1. はじめに

日本国内の紙おむつ市場規模は、乳幼児用が26万9,541t(2005年)、大人用が軽失禁用も含めて21万4,348t(2005年)の合計48万3,889tであり、今後、少子高齢化の影響で乳幼児用が徐々に減少する一方で、大人用は着実に増加する<sup>1)</sup>と予測されている。

ところで、使用済紙おむつのほとんどが焼却処理されている現状の中で、使用済紙おむつを水中で破碎しパルプ、高分子吸収剤、ビニールなどの

主要構成素材を分離・回収するリサイクル施設(図1)が2005年4月より大牟田エコタウン内で本格操業を開始した。

操業開始後5年を経過した現在、生産性の向上、パルプ回収率の向上、上質パルプの品質向上などをめざした施設改善が計画されている。そこで、「改善効果の把握」および「品質管理における評価方法の確立」を目的とした、紙おむつリサイクル工程におけるパルプおよび高分子吸収剤の定量法を複数開発し、比較検討したので報告する。

\*Development of Analytical Methods for Pulp and Super Absorbent Polymer Aiming at Evaluation of Paper Diaper Recycling Process

<sup>1)</sup>Taso IKEURA, Nobuhiro SHIMIZU, Mineki TOBA, Makoto NAGASE, Kenji SAKURAGI, Kengo HAMAMURA (福岡県保健環境研究所) Fukuoka Institute of Health and Environmental Sciences

<sup>2)</sup>Yusuke KAJIHARA, Daisuke TSUCHIDA (財福岡県リサイクル総合研究センター) Fukuoka Research Center for Recycling Systems

<sup>3)</sup>Yozo YAMADA, Hitofumi KAZOE (トータルケア・システム(株) Total Care System Company)

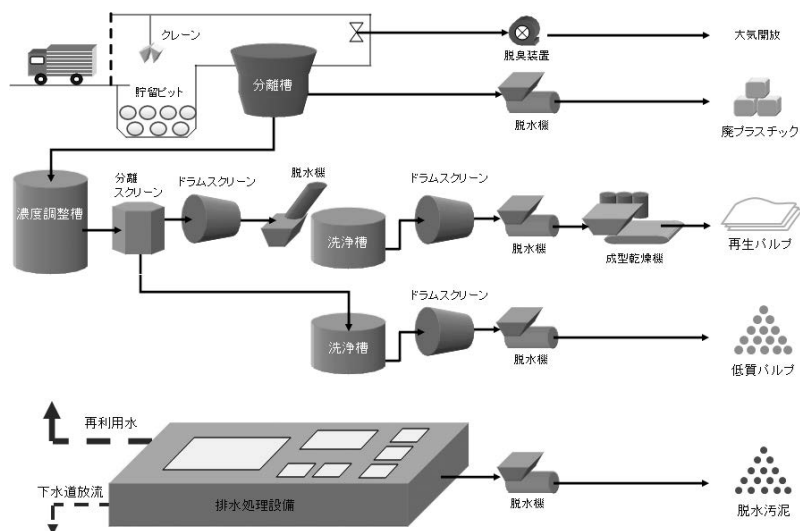


図1 システムフロー図

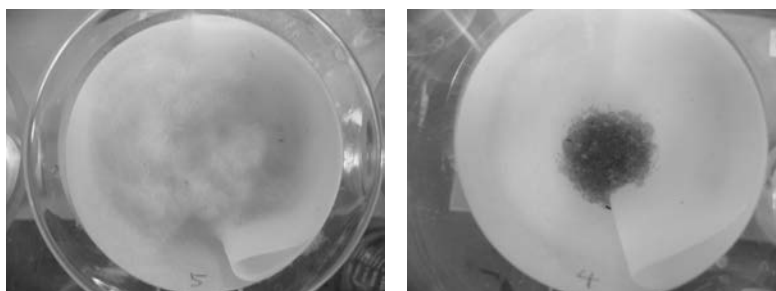


写真1 沈降分離法による低質パルプの分離状況

なお、図1のシステムフロー図に示すとおり、使用済紙おむつは最初に分離槽で破碎され、殺菌剤および高分子吸収剤の吸水能をなくす薬剤の添加により、殺菌処理と高分子吸収剤の粒状化処理が施される。また、パルプ回収工程で製造される上質パルプには、高分子吸収剤が少量混入し、高分子吸収剤回収工程で製造される低質パルプには4割程度のパルプが含まれている。

## 2. 実験方法

### 2.1 試薬類

実験に用いた試薬類は、和光純薬工業(株)および関東化学(株)より販売されている分析用特級試薬および容量分析用試薬を使用し、ろ紙は東洋濾紙(株)の定量ろ紙(No.5A, No.5B)とガラス繊維ろ紙(GS-25)および日本理化学機械(株)製のガラス繊維

ろ紙(GF-2)を用いた。また、セルラーゼはヤクルト薬品工業(株)製の産業用酵素を使用した。

なお、添加回収実験に用いたパルプおよび高分子吸収剤(ポリアクリル酸ナトリウム系)は、紙おむつ製造メーカーで使用している原料を、トータルケア・システム(株)を通じ入手した。

### 2.2 分析方法

#### 2.2.1 沈降分離法

パルプと高分子吸収剤では高比重に大きな差があり、水中を移動する際に受ける水の抵抗が両者で大きく異なり沈降速度に差が出ることを利用した分析法を開発した。

なお、パルプと高分子吸収剤はともに白色で分離状況の目視確認が難しいため、塩化コバルトを用いて高分子吸収剤を桃色に着色<sup>2)</sup>した。

写真1に低質パルプを沈降分離法で分析した

ときのパルプと高分子吸収剤の回収状況を示す。

[分析方法]

〈含水率〉

- ① アルミカップを約110℃で2時間加熱し、デシケーター中で放冷した後、その重量(a)を量る。
- ② 試料約5gを先のアルミカップに採り風袋除去後、その試料重量(b)を量る。
- ③ ②の試料入りアルミカップを約110℃で2時間以上加熱し、デシケーター中で放冷した後、その重量(c)を量る。
- ④ 次式により含水率(M%)を求める。

$$M = (a + b - c) / b \times 100$$

〈パルプ・高分子吸収剤含有率〉

- ① 定量ろ紙が入ったアルミカップ2組を約110℃で2時間加熱し、デシケーター中で放冷した後、その重量(x1:パルプ用, y1:高分子吸収剤用)を量る。
- ② 500ml ビーカーを分析天秤に載せて風袋除去後、試料約5gを採り、試料重量(d)を量る。
- ③ 500ml ビーカーに蒸留水400ml, 4%塩化コバルト(Ⅱ)六水和物溶液5mlを加え、10分間攪拌し、着色させる。
- ④ スターラーまたはミキサーにより攪拌し、パルプと高分子吸収剤を分離させる。
- ⑤ 全量を500ml 分液ロートに入れ、振とう後、沈降分離させ、沈降する高分子吸収剤を300ml ビーカーに分取する。なお、分液ロートを軽く回転させ弱い旋回流を起こすと、パルプと高分子吸収剤を効率よく分離できる。
- ⑥ 高分子吸収剤を分取した300ml ビーカーは、適宜、スターラーを用いてパルプと高分子吸収剤の分離を促進した後、デカンテーションでパルプを含む上澄みを分液ロートに戻す。なお、上澄みに高分子吸収剤が含まれないときは、パルプ用の定量ろ紙でパルプをろ取する。また、高分子吸収剤にパルプが含まれていない時は、高分子吸収剤用の定量ろ紙で高分子吸収剤をろ取する。
- ⑦ 分液ロートに残ったパルプを、パルプ用の定量ろ紙でろ取する。なお、パルプ中に混入した高分子吸収剤はピンセットなどでつまんで300ml ビーカーに移し、パルプと高分子吸収剤が

完全に分離したことが目視により確認できるまで、⑥の操作を繰り返す。

- ⑧ パルプおよび高分子吸収剤をろ取した定量ろ紙をアルミカップに入れて110℃で2時間以上加熱脱水し、デシケーター中で放冷した後、パルプ重量(x2)と高分子吸収剤重量(y2)を量る。
- ⑨ 次式によりパルプ含有率(X%)と高分子吸収剤含有率(Y%)を求める。

$$X = (x_2 - x_1) / (d - 0.01 \times M \times d) \times 100$$

$$Y = (y_2 - y_1) / (d - 0.01 \times M \times d) \times 100$$

2.2.2 セルラーゼ法

沈降分離法は、パルプと高分子吸収剤が絡み合っている部分の完全な分離が困難である。そこで、セルラーゼによりパルプを分解してパルプに絡め取られている高分子吸収剤も分離定量できる分析法を開発した。

[分析方法]

- ① 試料約3g(湿重量)を秤量後、蒸留水160mlと0.5M グリシン-塩酸緩衝液(pH4.0)40mlを加え、さらに、セルラーゼオノズカ3S1gおよびセルラーゼY-NC1gを添加する。
- ② 調製した試料を45℃で保温し、3時間攪拌する。
- ③ 処理終了後、炭酸水素ナトリウムにより中和し、塩化カルシウムを添加する。
- ④ 上澄を捨て、沈殿(高分子吸収剤)に蒸留水を加え攪拌し、上澄を捨てる。この操作を上澄が透明になるまで繰り返す。
- ⑤ 沈殿(高分子吸収剤)をガラス繊維ろ紙でろ過後、110℃で2時間以上乾燥し、デシケーター内で放冷後、秤量する。

2.2.3 過マンガン酸カリウム(KMnO<sub>4</sub>)法

パルプと高分子吸収剤の沈降速度の差を利用した沈降分離法は、高分子吸収剤に絡みついたパルプの完全な分離が困難である。そこで、高分子吸収剤を酸化分解することにより高分子吸収剤に絡め取られているパルプも分離定量できる分析法を開発した。

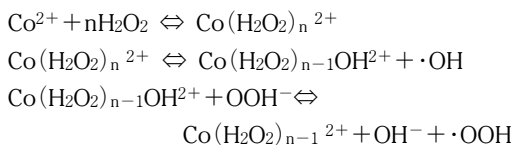
[分析方法]

- ① 試料約5gをコニカルビーカー300mlに秤取する。
- ② 蒸留水約150mlを加える。

- ③ 硫酸(1+2)10mlを添加する。
- ④ N/2過マンガン酸カリウム溶液1mlを添加する。
- ⑤ 室温～50℃で攪拌し、過マンガン酸カリウムの色が消えたらN/2過マンガン酸カリウム溶液をさらに0.5ml～1ml追加し、高分子吸収剤が目視で確認できなくなるまでこの操作を繰り返す。
- ⑥ N/2シュウ酸ナトリウム溶液2mlを加え、過剰の過マンガン酸カリウムを還元する。
- ⑦ 定量ろ紙でパルプをろ取し、硫酸が溶出しなくなるまでろ紙上のパルプを水洗する。
- ⑧ 定量ろ紙およびパルプを105℃で2時間以上乾燥してデシケーターに移し、放冷後、秤量する。

#### 2.2.4 過酸化水素-コバルト(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Co)法

粒状化処理を施した高分子吸収剤に配位しているカルシウムイオンの一部をコバルトイオンに置換し過酸化水素を添加すると、中性付近のpHで高分子吸収剤の分解が可能であることを見い出した。この反応は次式のフェントン類似反応により生成したヒドロキシラジカルによる<sup>3)</sup>ものと考えられる。



コバルトイオンの大部分は高分子吸収剤に配位しているため、ヒドロキシラジカルは高分子吸収剤の周囲で主に生成し、パルプの分解は少ないと考えられたので、分析法の開発を行った。

#### [分析方法]

- ① 試料約5gをコニカルビーカー300mlに秤取する。
- ② 蒸留水約150mlと4%塩化コバルト(II)六水和物溶液5mlを加え、10分間攪拌する。
- ③ 30%過酸化水素溶液5mlを添加し、攪拌する。
- ④ 高分子吸収剤の分解が終わるまで、約4時間おきに30%過酸化水素溶液を1ml追加する。
- ⑤ 高分子吸収剤の分解終了後、硫酸(1+2)5mlを添加する。
- ⑥ 定量ろ紙でパルプをろ取し、水洗する。

- ⑦ 105℃で2時間以上乾燥してデシケーターに移し、放冷後、秤量する。

なお、紙おむつリサイクル工程中の試料では、①の溶液のpHは7.0～7.8、②の溶液のpHは6.0～6.5の範囲にあり、ほぼ中性に近いためpH調整はとくに必要ない。

#### 2.2.5 過酸化水素-銅(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Cu)法

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Co法より短時間で高分子吸収剤を分解できる分析法として開発した。なお、銅イオンによるヒドロキシラジカルの生成反応は次式<sup>4)</sup>のとおりである。

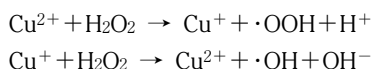


写真2に高分子吸収剤0.5gをH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Cu法にて分解した状況を示す。高分子吸収剤の分解残渣がごく少量浮いているが、ほぼ完全に高分子吸収剤は分解され溶液は透明になっている。

#### [分析方法]

- ① 試料約5gをコニカルビーカー300mlに秤取する。
- ② 蒸留水約150mlと10%硫酸銅(II)五水和物溶液5mlを加え、10分間攪拌する。
- ③ 30%過酸化水素溶液5mlを添加し、攪拌する。
- ④ 高分子吸収剤の分解が終わるまで、約4時間おきに30%過酸化水素溶液を1ml追加する。
- ⑤ 高分子吸収剤の分解終了後、硫酸(1+2)5mlを添加する。
- ⑥ 定量ろ紙でパルプをろ取し、水洗する。
- ⑦ 105℃で2時間以上乾燥してデシケーターに移し、放冷後、秤量する。



写真2 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Cu法による高分子吸収剤の分解

### 3. 結果および考察

#### 3.1 添加回収実験

開発した5種の定量法の精度を評価するため、紙おむつの構成材料である未使用のパルプ約0.5gおよび高分子吸収剤約0.5gを用いて添加回収実験を行った。なお、高分子吸収剤については、実試料に近い状態にするため下記の前処理を実施した。

[前処理法]

- ① 高分子吸収剤約0.5gに擬似尿(2%尿素・2%塩化ナトリウム)を10ml加え、吸水させる。
- ② 蒸留水200mlを加え、10%塩化カルシウム溶液を10ml添加し、30分間攪拌し、高分子吸収剤を沈殿させる。なお、①②の操作は図1の分離槽工程を模擬している。
- ③ デカンテーションで溶液を除き、さらに数十mlの蒸留水を加えて攪拌後静置し、デカンテーションで溶液を除く操作を数回繰返し、余分なカルシウムイオンを取り除く。

添加回収実験の結果を表1に示す。パルプ回収率は、沈降分離法96.1%、KMnO<sub>4</sub>法98.0%、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Co法95.3%、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Cu法94.2%と良好な回収率を示し、高分子吸収剤回収率も沈降分離法95.1%、セルラーゼ法95.3%であり、いずれの分析法もリサイクル工程の評価において実用上問題ない結果を得た。

なお、KMnO<sub>4</sub>法については、室温～50℃の範囲で1時間～1日程度の時間をおいて少しずつN/2KMnO<sub>4</sub>溶液を添加するのが肝要であり、初めからN/2KMnO<sub>4</sub>溶液を過剰に添加し100℃まで加温した実験では、パルプの一部が酸化分解され回収率が78.7%(n=6)まで低下した。

また、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Co法では、コバルトイオンのほとんどが高分子吸収剤に配位しているため、OHラジカルは主に高分子吸収剤の周辺で生成すると推測される。そのため、パルプの分解は少ないと考えられるが、分解速度は遅く室温で2～5日程度必要である。

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Cu法はH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Co法より反応速度が速く、室温で1～2日程度で分解が終了する。しかし、30%過酸化水素溶液を過剰に添加するとパルプが分解し回収率が低下するため、4時間程度の時間をおいて少しずつ添加する必要がある。

#### 3.2 塩化コバルト添加の影響

沈降分離法において、パルプと高分子吸収剤の分離確認を容易にするため、塩化コバルトを添加し高分子吸収剤を着色している。コバルトイオンの配位により高分子吸収剤の重量が増すと考えられるため、重量増加が定量結果にどの程度影響するか検討した。

[実験方法]

- ① 定量ろ紙が入ったアルミカップを約110℃で2時間加熱し、デシケーター中で放冷した後、

表1 パルプおよび高分子吸収剤の回収率(%)

試料	沈降分離法	セルラーゼ法	KMnO <sub>4</sub> 法	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -Co法	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -Cu法	
パルプ	1	102	—	97.4	96.6	94.0
	2	94.2	—	96.6	96.1	93.8
	3	98.8	—	97.8	94.8	94.0
	4	87.9	—	99.6	94.1	94.1
	5	97.6	—	98.4	95.0	95.0
	6	—	—	—	—	94.3
	平均値 変動係数	96.1 5.58	— —	98.0 1.16	95.3 1.06	94.2 0.44
高分子 吸収剤	1	94.0	95.4	—	—	—
	2	95.4	95.8	—	—	—
	3	96.6	94.9	—	—	—
	4	93.7	95.5	—	—	—
	5	95.9	94.7	—	—	—
	6	—	95.3	—	—	—
	平均値 変動係数	95.1 1.30	95.3 0.45	— —	— —	— —

表 2 コバルトイオン添加影響

No.	4 %CoCl <sub>2</sub>	採取量(g)	回収量(g)	増加率(%)	平均値(%)
1	3 ml	0.2654	0.2720	2.48	1.39
2		0.2651	0.2659	0.32	
3		0.2651	0.2687	1.37	
4	3 ml	0.2652	0.2662	0.36	0.83
5		0.2654	0.2677	0.86	
6		0.2655	0.2689	1.28	

その重量(x1)を量る。

- ② 約110℃で2時間加熱し、デシケーター中で放冷した高分子吸収剤約0.3gをコニカルビーカー300mlに採り、試料重量(d)を量る。
- ③ 蒸留水90mlを加えて膨潤させた後、10%塩化カルシウム溶液10mlを添加し、スターラーで30分間攪拌して高分子吸収剤を沈殿させる。
- ④ 次に、上澄みを捨てた後、蒸留水100mlで洗浄し、再び蒸留水を300ml加える。
- ⑤ さらに、4%塩化コバルト(Ⅱ)六水和物溶液をそれぞれ3mlないし5ml添加し、スターラーで10分間攪拌して高分子吸収剤を着色する。
- ⑥ 着色した高分子吸収剤を①の定量ろ紙を用いてろ過し、定量ろ紙とともにアルミカップに入れて110℃で2時間以上加熱脱水し、デシケーター中で放冷した後、その重量(x2)を量る。
- ⑦ 次式により高分子吸収剤回収率(X%)を求める。

$$X = (x_2 - x_1) / d \times 100$$

[結 果]

4%塩化コバルト(Ⅱ)六水和物溶液を3~5ml添加することにより、高分子吸収剤を容易に判別できる着色を得たので、添加量3mlおよび5mlにおける塩化コバルト添加の影響を検討した。

その結果、高分子吸収剤の重量増加割合は、添加量3mlで1.39%、添加量5mlで0.83%の微増(表2)であり、リサイクル工程の評価上支障ないと考えられた。

なお、実験誤差を考慮すると、両者の重量の増加割合に有意差はないと考えられたので、4%塩化コバルト(Ⅱ)六水和物溶液の添加量を5mlとした。

表 3 カルシウムイオン添加影響

No.	採取量(g)	回収量(g)	回収率(%)	平均値(%)
1	0.4722	0.4660	98.7	99.8
2	0.4724	0.4720	99.9	
3	0.4719	0.4759	100.8	

### 3.3 塩化カルシウム添加の影響

高分子吸収剤にカルシウムイオンを添加してイオン架橋を生成させ、吸水力を大幅に低下させた時の重量変化についての知見は、標準試料による回収率および繰返し精度の検討に必要なため、カルシウムイオン添加時の重量変化について調べた。

[実験方法]

提供された高分子吸収剤の含水率は、高分子吸収剤を110℃で6時間乾燥し、乾燥前後の重量を測定し、算出した。

次に、高分子吸収剤へのカルシウムイオン添加による重量変化を次のとおり検討した。300mlビーカーに0.5gの高分子吸収剤を秤取り、10mlの疑似尿(2%尿素、2%塩化ナトリウム)を加えた。次に200mlの蒸留水を加え、攪拌した後、10mlの10%塩化カルシウムを加え、30分攪拌した。その後、乾燥、秤量済みのガラス繊維ろ紙を用いてろ過した。ろ過残渣は、蒸留水でよく洗浄した後、110℃で2時間以上乾燥し、重量を測定した。

[結 果]

高分子吸収剤へのカルシウムイオン添加による重量変化の検討結果を表3に示す。

回収率は平均99.8%であり、カルシウムイオン添加の前後で高分子吸収剤の重量にほとんど変化はなかった。このことから、カルシウムイオン添加により高分子吸収剤がNa型からCa型に置換しても重量変化はごく微少であり、測定精度への影響はないと考えられた。

### 3.4 上質パルプおよび低質パルプの分析

添加回収実験において沈降分離法は、セルラーゼ法、KMnO<sub>4</sub>法、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Co法、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Cu法とよい一致を示した。しかし、実試料はリサイクル工程中に押しつぶされてパルプと高分子吸収剤が絡み合い完全分離が困難な部分がある。そこで、実試料における各定量法の測定精度を調べるため、リサイクル施設から採取した上質パルプおよび低質パルプの分析を行い表4および表5の結果を得た。

上質パルプ中のパルプ含有率については、沈降分離法の80.1%に対し、KMnO<sub>4</sub>法80.0%、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Co法84.8%、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Cu法82.5%とよい一致を示

した。

低質パルプ中のパルプ含有率については、沈降分離法の43.0%に対し、KMnO<sub>4</sub>法37.7%、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Co法41.9%、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Cu法40.1%であった。低質パルプは高分子吸収剤の含有率が高く酸化分解に長時間を要することから、KMnO<sub>4</sub>法とH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Cu法においてはパルプの一部が酸化分解され、パルプ含有率が低くなったと推測される。

上質パルプ中の高分子吸収剤含有率は、沈降分離法の15.8%に対しセルラーゼ法は11.5%と少し低い含有率を示した。また、低質パルプ中の高分子吸収剤含有率についても、沈降分離法の58.9%に対しセルラーゼ法は53.1%と少し低い含有率を

表4 上質パルプ分析結果(単位：%)

上質パルプ		沈降分離法	セルラーゼ法	KMnO <sub>4</sub> 法	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -Co法	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -Cu法
パルプ	1	79.5	—	79.5	83.6	86.0
	2	80.4	—	80.4	87.9	82.9
	3	80.1	—	80.8	85.1	82.9
	4	81.0	—	80.4	82.9	79.3
	5	79.5	—	78.7	84.5	84.4
	6	—	—	—	—	79.6
	平均値 変動係数	80.1 0.77	— —	80.0 1.06	84.8 2.25	82.5 3.20
高分子 吸収剤	1	15.8	11.5	—	—	—
	2	15.7	11.2	—	—	—
	3	16.0	10.6	—	—	—
	4	15.4	11.4	—	—	—
	5	16.0	12.9	—	—	—
	平均値 変動係数	15.8 1.69	11.5 7.3	— —	— —	— —

表5 低質パルプ分析結果(単位：%)

低質パルプ		沈降分離法	セルラーゼ法	KMnO <sub>4</sub> 法	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -Co法	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -Cu法
パルプ	1	43.6	—	33.5	41.4	38.9
	2	41.6	—	40.7	42.7	41.9
	3	41.9	—	39.3	41.1	39.6
	4	43.4	—	31.6	42.5	39.5
	5	44.2	—	43.3	41.6	41.0
	6	—	—	—	—	39.5
	平均値 変動係数	43.0 2.58	— —	37.7 13.1	41.9 1.69	40.1 2.81
高分子 吸収剤	1	56.2	52.0	—	—	—
	2	64.1	47.7	—	—	—
	3	57.5	61.5	—	—	—
	4	58.6	48.9	—	—	—
	5	58.2	55.2	—	—	—
	平均値 変動係数	58.9 5.15	53.1 10.5	— —	— —	— —

示した。その原因として、セルラーゼ法で、パルプと高分子吸収剤が絡み合った部分のパルプ分解が不十分なため高比重が大きくなり、デカンテーション時に損失したことが考えられる。

#### 4. ま と め

使用済紙おむつリサイクルシステムの設備改善効果を検証するため、リサイクル工程中のパルプおよび高分子吸収剤の定量法として、高比重の差を利用した沈降分離法、パルプの分解によるセルラーゼ法、高分子吸収剤の分解によるKMnO<sub>4</sub>法、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Co法およびH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Cu法の5種の分析法を開発して比較検討し、下記の結果を得た。

- ① 添加回収実験において、沈降分離法、セルラーゼ法、KMnO<sub>4</sub>法、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Co法およびH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Cu法の回収率は94.2~98.0%、変動係数は0.44~5.58%であり、いずれの分析法もリサイクル施設の定量評価に十分な測定精度を有していた。
- ② 沈降分離法による高分子吸収剤の定量において、着色のため添加する塩化コバルトによる高分子吸収剤の重量増加割合は、2%以下であった。
- ③ セルラーゼ法による高分子吸収剤の定量において、高分子吸収剤の吸水力低下のため添加する塩化カルシウムの影響はほとんどなかった。
- ④ パルプと高分子吸収剤が絡み合い分離が難しい実試料(上質パルプおよび低質パルプ)の分析

において、沈降分離法、セルラーゼ法、KMnO<sub>4</sub>法、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Co法およびH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Cu法で得られた測定値(平均値)の差は6%以内であった。

以上の結果から、今回開発した5種の分析法のうち、沈降分離法は実用上問題ない測定精度を有しており、分析所要時間が短く有害物質を使用しない点、さらにパルプと高分子吸収剤の双方を定量できる点で優れていることが分かった。

#### 謝 辞

本研究は、(財)福岡県環境保全公社リサイクル総合研究センター共同研究プロジェクトの一環として実施した。研究を遂行するに当たり、ご協力をいただいたトータルケア・システム(株)および福岡県リサイクル総合研究センターの関係諸氏に深く感謝いたします。

#### —参考文献—

- 1) 2010年までの排泄ケア用品の需用予測, 社団法人日本衛生材料工業連合会紙おむつNews, No. 55, 2006
- 2) 使用済み吸収性物品からのパルプ成分および吸水性高分子吸収剤の分離回収法, 和田薫, 和田富美夫, 中嶋直敏, 特開2003-225645(P2003-225645A)
- 3) ヒドロキシナフトールブルーの退色速度に及ぼすタイロンの効果と接触作用を利用するコバルト(II)の定量, 渡辺邦洋, 中臺文夫, 崎山真奈美, 山口和映, 板垣昌幸, 分析化学, 48(2), pp. 231-238, 1999
- 4) Inactivation of MS2 coliphage in Fenton and Fenton-like systems: role of transition metals, hydrogen peroxide and sunlight, Environ. Sci. Technol, 44, pp. 3351-3356, 2010