

## 玄米発酵食品による油症原因物質の体外排泄促進

長山, 淳哉  
九州大学大学院医学研究院保健学部門環境分子疫学研究室

戸高, 尊  
九州大学大学院医学研究院皮膚科学分野

平川, 博仙  
福岡県保健環境研究所保健科学部生活化学科

梶原, 淳睦  
福岡県保健環境研究所保健科学部生活化学科

他

<https://doi.org/10.15017/19732>

---

出版情報：福岡醫學雜誌. 102 (4), pp.123-129, 2011-04-25. 福岡医学会  
バージョン：  
権利関係：



## 玄米発酵食品による油症原因物質の体外排泄促進

<sup>1)</sup>九州大学大学院医学研究院 保健学部門 環境分子疫学研究室

<sup>2)</sup>九州大学大学院医学研究院 皮膚科学分野

<sup>3)</sup>福岡県保健環境研究所 保健科学部 生活化学科

<sup>4)</sup>北九州生活科学センター

<sup>5)</sup>北九州市立医療センター 皮膚科

<sup>6)</sup>北九州津屋崎病院 内科

<sup>7)</sup>株式会社 玄米酵素

長山 淳哉<sup>1)</sup>, 戸高 尊<sup>2)</sup>, 平川 博仙<sup>3)</sup>, 梶原 淳睦<sup>3)</sup>, 飯田 隆雄<sup>4)</sup>,  
柴田 智子<sup>5)</sup>, 辻 博<sup>6)</sup>, 岩崎 輝明<sup>7)</sup>

## Promotive Excretion of Causative Agents of Yusho by Fermented Brown Rice with *Aspergillus oryze* in Yusho Patients

Junya NAGAYAMA<sup>1)</sup>, Takashi TODAKA<sup>2)</sup>, Hironori HIRAKAWA<sup>3)</sup>, Jumboku KAJIWARA<sup>3)</sup>,  
Takao IIDA<sup>4)</sup>, Satoko SHIBATA<sup>5)</sup>, Hiroshi TSUJI<sup>6)</sup> and Teruaki IWASAKI<sup>7)</sup>

<sup>1)</sup>Laboratory of Environmental Molecular Epidemiology, School of Health Sciences,  
Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University

<sup>2)</sup>Department of Dermatology, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University

<sup>3)</sup>Division of Food and Drug Hygiene, Department of Health Science,  
Fukuoka Institute of Health and Environmental Science

<sup>4)</sup>Kitakyushu Life Science Center

<sup>5)</sup>Division of Dermatology, Kitakyushu Municipal Medical Center

<sup>6)</sup>Division of Internal Medicine, Kitakyushu-Tsuyazaki Hospital

<sup>7)</sup>Genmaikouso Corp.

**Abstract** Forty two years have passed since the outbreak of Kanemi rice oil poisoning, namely, Yusho in the western Japan. However, even now the Yusho patients have been still suffering from several objective and subjective symptoms. In order to improve or, if possible, to cure such symptoms, the most important therapeutic treatment is considered to actively excrete the causative agents, that is, polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) from the bodies of the patients and to reduce their body burdens. In rats, chlorophyll and dietary fiber have been shown to promote the fecal excretion of PCDFs and polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins (PCDDs) and to reduce their levels in rats. In this study, we have examined whether such kinds of effect are also observed by fermented brown rice with *Aspergillus oryzae* (FBRA) containing 5% spirulina, which is so-called spirulina HI·GENKI, the health food and relatively rich with chlorophyll and dietary fiber, in eighteen Yusho patients. They were divided into two groups, namely group A, ten patients (3 males and 7 females) with the mean age of 67.7 years old and group B, eight patients (4 males and 4 females) with the mean age of 64.1 years old. Among the patients of group A, three patients were especially highly contaminated with PCDFs and we classified them into group A (High). Respective mean concentrations of PCDFs in the blood just before initiating this study were as follows; group A : 145 pg/g lipid, group A (High) : 371 pg/g lipid and group B : 52.1 pg/g lipid. Contamination levels of PCDFs, PCDDs and dioxin-like polychlorinated biphenyls (PCBs) in group A (High) were 1.7 to 2.6 times higher than those in group A and 2.4 to 7.1 times higher than those in group B. Accordingly, concentrations of dioxins (PCDFs + PCDDs + dioxin-like PCBs) in the blood of groups A, A (High) and B were, respectively, 194, 458 and 85

pg-TEQ/g lipid. Concentrations of PCBs were also the highest in group A (High) : 1399 ng/g lipid, in group A : 748 ng/g lipid and the lowest in group B : 456 ng/g lipid.

Groups A and A (High) took around 7.0 g of spirulina HI·GENKI after each meal and three times a day for the first one year and for the second one year, they did not take spirulina HI·GENKI anymore. Group B took spirulina HI·GENKI with the same manner as the group A only for the second one year. The concentrations of PCDFs, PCDDs, dioxin-like PCBs and PCBs in the blood were also measured at the end of the first and second year, respectively. Assuming the body fat is also contaminated with these compounds at their concentrations on lipid weight basis in the blood and the content of body fat is 20% of 60 kg body weight, we computed the average amounts in their net excretion from the body of the patients due to spirulina HI·GENKI in the three groups. As a result, in group A (High), 341 ng-TEQ/patient of dioxins was excreted from the body, which was 3.4 times greater than that in group A and 12 times higher than that in group B. Therefore, promotive excretions of causative agents of Yusho were the most effective in group A (High) and we consider spirulina HI·GENKI is more effective from the therapeutic point of view in more highly contaminated Yusho patients.

**Key words** : Promotive excretion, PCDDs, PCDFs, Fermented brown rice, Yusho

## はじめに

カネミ油症（油症）中毒事件が1968年に西日本を中心として発生して以来、43年が経過しようとしている。中毒事件発生当初に油症患者に認められた激しい症状は最近ではほとんどの患者で認められなくなっているが、未だに皮膚の化膿傾向を認める患者も少なからずおり、二極化の傾向にあるとも考えられる。また、種々様々な自覚症状で苦しむ患者も少なくない。

現在でも油症患者は健常者と比較して、油症の原因物質である2,3,4,7,8-五塩化ダイベンゾフラン(2,3,4,7,8-PenCDF)とポリ塩化ダイベンゾフラン(PCDFs)の平均濃度は約10倍も高い<sup>1)</sup>。したがって、油症患者の臨床症状や自覚症状を根本的に改善・治療する唯一最重要課題は油症原因物質の体内への吸収を抑制し、体外への排泄を促進し、できるかぎり体内汚染レベルを低下させることである。

動物実験により、食物繊維と葉緑素にはPCDFsおよびポリ塩化ダイベンゾ-p-ダイオキシン(PCDDs)の消化管での吸収と再吸収を抑制することにより、体外への排泄を促進することが認められている<sup>2)~7)</sup>。これにより、体内汚染レベルが低下するとともに、特に油症原因物質として重要な2,3,4,7,8-PenCDFの生物学的半減期が2分の1以下に短縮させられた<sup>6)</sup>。このような動物実験の結果より、我々は食物繊維と葉緑素を多量に含有する玄米発酵食品ハイ・ゲンキ(スピルリナ

入)によるダイオキシン類の体外排泄促進について健常な日本人を対象とした研究結果をすでに報告している<sup>8)~11)</sup>。また、実際に油症患者を対象としたハイ・ゲンキ(スピルリナ入)によるPCDFsの体外排泄促進についても発表している<sup>12)~14)</sup>。しかし、前回の論文では、ダイオキシン類の毒性当量(TEQ)濃度の算出に際し、WHOが1998年に公表した2,3,7,8-四塩化ダイベンゾ-p-ダイオキシン(TCDD)毒性当量係数(TEF)を用いていた<sup>14)</sup>。今回はWHOが2005年に再評価したダイオキシン類の2,3,7,8-TCDD TEF<sup>15)</sup>を用いて算出したTEQ濃度による解析結果である。

## 研究方法

### 1. 玄米発酵食品ハイ・ゲンキ(スピルリナ入)

ハイ・ゲンキとは玄米に胚芽と糠を混合後、蒸したものを *Aspergillus oryzae* で発酵させた健康食品で、(株)玄米酵素(本社:札幌市)が1977年より製造・販売しており、これまでに10万人以上の人々が食している。葉緑素を含有するハイ・ゲンキ(スピルリナ入)は1984年より同社から製造・販売されている。ハイ・ゲンキ(スピルリナ入)に含有される食物繊維、葉緑素および栄養成分については前報を参照してほしい<sup>14)</sup>。

### 2. 対象者と採血

対象者と採血方法も前報同様である<sup>14)</sup>。最初の1年間ハイ・ゲンキ(スピルリナ入)を摂取す

る A グループは 10 名（男性 3 名，女性 7 名）で平均年齢が 67.7 歳であり，次の 1 年間摂取する B グループは 8 名（男性 4 名，女性 4 名）で平均年齢は 64.1 歳である。

上記の両グループについて，研究を開始する前の 2003 年 4 月，1 人の患者につき，1 週間以内に 2 回の採血を行った。2003 年 5 月より A グループの患者は毎食後 3 袋 1 日 3 回ハイ・ゲンキ（スピルリナ入）を摂取した。この間，B グループの患者は通常の食事を摂る。研究開始からおよそ 1 年が経過する 2004 年 4 月，1 人の患者につき 1 週間以内に 2 回の採血を行った。さらに，2004 年 5 月より，今度は B グループの患者が，毎食後 3 袋 1 日 3 回ハイ・ゲンキ（スピルリナ入）を摂取し，A グループの患者は通常の食事を摂る。研究開始からおよそ 2 年が経過する 2005 年 4 月，1 人の患者につき 1 週間以内に 2 回の採血を行った。

### 3. ダイオキシン類と PCBs の測定

血液約 5g を正確に量り取り，凍結乾燥を行って水分を除いた後，クリーンアップスパイクとして <sup>13</sup>C ラベル標識した 2, 3, 7, 8 位塩素置換体 PCDDs と PCDFs 17 種類，<sup>13</sup>C ラベル標識したダイオキシン様 PCBs 12 種類および 3～10 塩素置換体 PCBs 21 種類を添加後，アセトン・ヘキサン溶媒系による高速溶媒抽出器（ASE）により，ダイオキシン類（PCDDs + PCDFs + ダイオキシン様 PCBs）と PCBs を抽出した。この抽出物を硫酸処理後，硝酸銀シリカゲルカラムおよび活性炭カラムで精製した。活性炭カラムの第 1 画分（10%（V/V）ジクロロメタン/n-ヘキサン画分）を減圧濃縮・乾固後アセトンに溶解し，GPC 精製後溶媒除去大量試料注入装置（SCLV）を装着した高分解能 GC/MS により，ダイオキシン様 PCBs と PCBs を測定した<sup>16)</sup>。また，活性炭カラムの第 2 画分（トルエン画分）を減圧濃縮・乾固後アセトンに溶解し，SCLV を装着した高分解能 GC/MS により，PCDDs と PCDFs を測定した<sup>17)~19)</sup>。

各時期において，1 人につき 1 週間以内に 2 回採血した血液検体のダイオキシン類および PCBs 濃度を平均して，それぞれの時期における各患者の化学物質濃度とした。

### 4. 解析方法

A グループと B グループについて，それぞれ研究開始前，研究開始 1 年後および 2 年後の血中ダイオキシン類および PCBs の濃度変化の有意性は対応のある場合の Student t 検定により，検討した。

### 研究結果および考察

Fig. 1 に A グループと B グループの血中ダイオキシン類 TEQ 濃度の分布を示す。A グループでは\*印の付いた 3 名の TEQ 濃度が特に高かったため，これら 3 名を A（高）グループとして，別途解析した。また，A グループというのはこれら 3 名を含む A グループ全員の解析結果である。

Table 1 に A グループ，A（高）グループおよび B グループの血中ダイオキシン類 TEQ 濃度を示す。まず，ハイ・ゲンキ（スピルリナ入）摂取前の濃度を比較する。PCDFs については A グループは B グループよりも 2.8 倍，そして A（高）グループは A グループよりも 2.6 倍高濃度であった。このような傾向は PCDDs およびダイオキシン様 PCBs でも同様であった。その結果，Table 2 に示すように，ダイオキシン類濃度でも，A グループは B グループよりも 2.3 倍高く，A（高）グループは，A グループよりも 2.4 倍高かった。また，PCBs の場合は，A グループは B グループよりも 1.6 倍，そして A（高）グループは，A グループよりも 1.9 倍高濃度であった。

次に，Table 1 と Table 2 により，各グループに

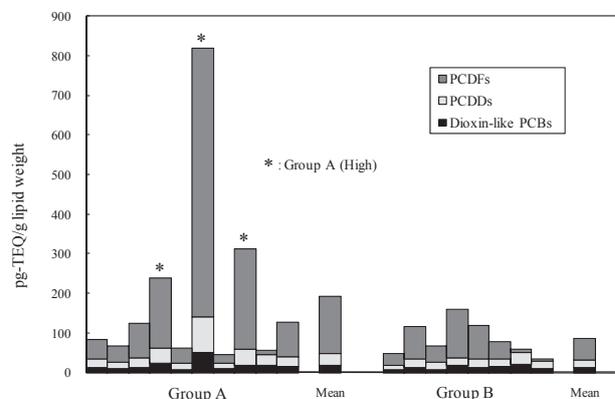


Fig. 1 Initial concentrations of dioxins (PCDFs, PCDDs and dioxin-like PCBs) in the blood of groups A and B of Yusho patients

ついて、ハイ・ゲンキ（スピルリナ入）摂取の効果を評価する。たとえばAグループの場合、ハイ・ゲンキ（スピルリナ入）を摂取すると、摂取前よりもPCDDsとPCDFs濃度が低下し、摂取を中止すると、より高濃度となる傾向が認められた。この傾向はA（高）グループで特に顕著であり、摂取1年後にはPCDDsとPCDFsの血中濃度が摂取前よりも有意に低下している。Bグループでは研究開始1年後のPCDDsとPCDFs濃度よりも、1年間ハイ・ゲンキ（スピルリナ入）を摂取した2年後の濃度のほうが低かった。PCBsでは状況は少し相違しており、Aグループではハイ・ゲンキ（スピルリナ入）を摂取しないと、摂取後よりも血中濃度が有意に上昇している。つま

り、摂取中は血中濃度の上昇が低く抑えられていることが示唆される。このことはBグループでも認められた。

以上のように血中濃度に変化するということは、動的平衡状態にある体内濃度、ひいては体内負荷量も同様の変動をしているということである。すると、これらの脂肪重量当りの濃度で体全体に存在する脂肪が汚染されていることになる。体重を60kg、体脂肪率を20%とすると、体脂肪量は12kgになる。Table 1とTable 2の脂肪重量当りの濃度にもとづいて、体脂肪中に存在するダイオキシン類とPCBsの体内負荷量を算出すると、Table 3とTable 4のようになる。

ダイオキシン類およびPCBsの体内負荷量の変

**Table 1** Effects of Spirulina HI・GENKI on changes in concentrations of PCDFs, PCDDs and dioxin-like PCBs in the blood of Yusho patients

Compound	Concentration (Mean ± SD), pg-TEQ/g lipid weight		
	Initial	End of 1st year	End of 2nd year
PCDFs			
Group : A	145 ± 203	142 ± 198	144 ± 202
A (High)	371 ± 272	356 ± 273 <sup>b=0.06</sup>	361 ± 284
B	52.1 ± 40.6	53.5 ± 41.7	53.1 ± 42.3
PCDDs			
Group : A	31.0 ± 22.8	30.5 ± 21.4	31.2 ± 22.4
A (High)	56.7 ± 28.8	53.6 ± 28.1 <sup>b=0.03</sup>	55.4 ± 29.7 <sup>b=0.07</sup>
B	19.9 ± 5.4	19.9 ± 4.3	19.7 ± 4.3
Dioxin-like PCBs			
Group : A	17.6 ± 12.2	17.9 ± 11.6	19.4 ± 13.4 <sup>b=0.07</sup>
A (High)	30.3 ± 16.7	30.0 ± 16.4	33.3 ± 18.7
B	12.7 ± 4.4	13.3 ± 3.8	13.5 ± 5.0

**Table 2** Effects of Spirulina HI・GENKI on changes in concentrations of dioxins and PCBs in the blood of Yusho patients

Compound	Concentration (Mean ± SD)		
	Initial	End of 1st year	End of 2nd year
Dioxins * (pg-TEQ/g lipid weight)			
Group : A	194 ± 237	190 ± 230	195 ± 237
A (High)	458 ± 317	439 ± 317 <sup>b=0.06</sup>	449 ± 332
B	84.7 ± 42.8	86.7 ± 45.8	86.3 ± 47.1
PCBs (ng/g lipid weight)			
Group : A	748 ± 595	766 ± 578	857 ± 648 <sup>b=0.006, p=0.02</sup>
A (High)	1399 ± 779	1389 ± 778	1548 ± 826 <sup>b=0.08, p=0.04</sup>
B	456 ± 118	497 ± 98.6 <sup>b=0.05</sup>	513 ± 118 <sup>b=0.006</sup>

\* : PCDFs + PCDDs + Dioxin-like PCBs

**Table 3** Effects of Spirulina HI·GENKI on changes in body burdens of PCDFs, PCDDs and dioxin-like PCBs in Yusho patients

Compound	Body Burden, ng-TEQ/60kg body weight		
	Initial	End of 1st year	End of 2nd year
PCDFs			
Group : A	1739	1700	1732
A (High)	4447	4268	4329
B	625	643	637
PCDDs			
Group : A	372	366	374
A (High)	681	643	664
B	239	238	236
Dioxin-like PCBs			
Group : A	211	214	233
A (High)	363	360	400
B	152	159	162

**Table 4** Effects of Spirulina HI·GENKI on changes in body burdens of dioxins and PCBs in Yusho patients

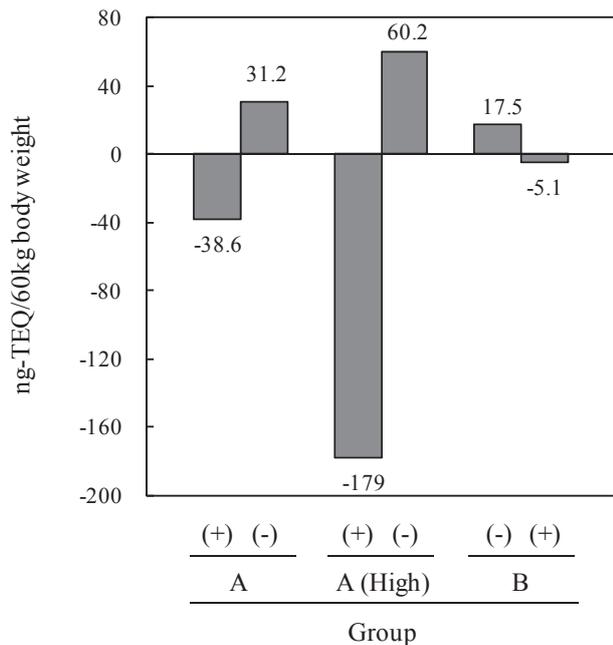
Compound	Body Burden		
	Initial	End of 1st year	End of 2nd year
Dioxins (ng-TEQ/60kg body weight)			
Group : A	2322	2281	2338
A (High)	5491	5272	5393
B	1016	1040	1036
PCBs (μg /60kg body weight)			
Group : A	8972	9192	10279
A (High)	16787	16668	18581
B	5466	5960	6162

化は当然のことながら、血中濃度での変化と同様である。これはハイ・ゲンキ（スピルリナ入）の摂取により、これらの化学物質の腸管での吸収と再吸収が抑制され、体外への排泄が促進された結果と考えられる。

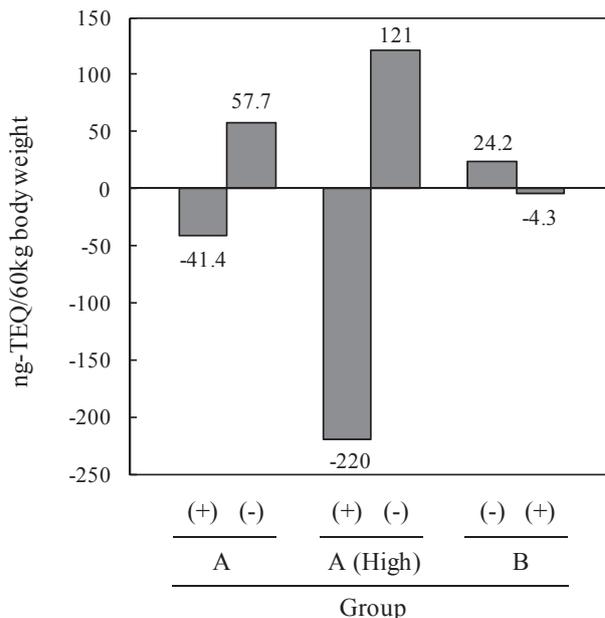
各グループのPCDFs、ダイオキシン類およびPCBsの体内負荷量の変化をハイ・ゲンキ（スピルリナ入）の摂取状況と合わせて図示すると、それぞれ Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4 となる。Fig. 4 のPCBsの場合、A（高）グループではハイ・ゲンキ（スピルリナ入）を摂取すると体内負荷量が119 μg 減少するが、AグループとBグループではこの摂取により、体内負荷量の増加が低く抑えられている。A（高）グループでは摂取しないと1913 μg 増加するので、ハイ・ゲンキ（スピルリナ入）の体内負荷量抑制効果は全体として2032 μg とい

うことになり、AグループおよびBグループの867 μg と292 μg よりも、それぞれ2.3倍、7.0倍大きいことになる。Fig. 2 と Fig. 3 のPCDFs とダイオキシン類でもハイ・ゲンキ（スピルリナ入）の体内負荷量抑制効果はA（高）グループで際立っている。たとえばPCDFsの場合、239 ng-TEQであるのに対し、Aグループでは69.8 ng-TEQ、Bグループでは22.6 ng-TEQで、A（高）グループの方がそれぞれ3.4倍、10.6倍高い効果が認められる。ダイオキシン類ではA（高）グループが341 ng-TEQ、Aグループが99.1 ng-TEQ、Bグループが28.5 ng-TEQだから、A（高）グループが他のグループよりもそれぞれ3.4倍、12.0倍効果的であった。

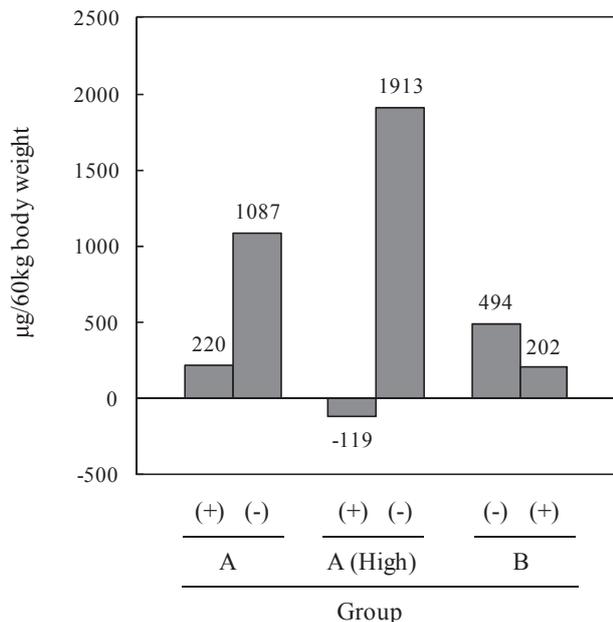
この治療研究で、油症患者が摂取した葉緑素と食物繊維の量はPCDFsとPCDDsの再吸収抑制



**Fig. 2** Effects of Spirulina HI·GENKI ((+) : intake, (-) : non-intake) on changes of the body burdens of PCDFs in Yusho patients



**Fig. 3** Effects of Spirulina HI·GENKI ((+) : intake, (-) : non-intake) on changes of the body burdens of dioxins in Yusho patients



**Fig. 4** Effects of Spirulina HI·GENKI ((+) : intake, (-) : non-intake) on changes of the body burdens of PCBs in Yusho patients

濃度で汚染されている患者ほどその効果が大きかったため、そのような患者へはより効果的な治療になるであろう。

総 括

油症中毒事件発生から43年が経過しようとしているが、油症患者は現在でも種々様々な臨床症状と自覚症状に苦しんでいる。その根本的な治療には原因物質であるPCDFs等を積極的に体外へ排泄し、体内レベルを低下させることが最も重要である。これまで我々は食物繊維と葉緑素を比較的多量に含む健康食品ハイ・ゲンキ(スピルリナ入)が健常者や油症患者からPCDFsやPCDDsを積極的に体外へ排泄することを報告してきた。今回の研究では油症患者の中でもPCDFsにより特に高濃度に汚染されている患者に対して、その排泄効果が顕著であることが認められ、そのような患者への治療により効果的であると考えられた。

参 考 文 献

1) Todaka T, Hirakawa H, Kajiwara J, Hori T, Tobiishi K, Onozuka D, Iida T, Yoshimura T and Furue M : Dioxin concentration in the blood of patients collected during medical check-up for

効果を示した動物実験で、動物の体重を60kgと仮定すると、その時のそれらの最少摂取量よりもやや多い<sup>14)</sup>。ということで、油症患者でもダイオキシン類の吸収と再吸収の抑制による体外への排泄促進に効果があったと考えられる。しかも、高

- Yusho in 2004-2005. *Fukuoka Acta Med.* 98 : 222-231, 2007.
- 2) 森田邦正, 松枝隆彦, 飯田隆雄: ラットにおける Polychlorinated Dibenzop-dioxins の糞中排泄に対する食物繊維の効果. *衛生化学* 43 : 35-41, 1997.
  - 3) 森田邦正, 松枝隆彦, 飯田隆雄: ラットにおける Polychlorinated Dibenzop-dioxins の糞中排泄に対するクロレラ, スピルリナ及びクロロフィリンの効果. *衛生化学* 43 : 42-47, 1997.
  - 4) Morita K, Matsueda T, Iida T and Hasegawa T : *Chlorella accelerates dioxin excretion in rats.* *J. Nutr.* 129 : 1731-1736, 1999.
  - 5) Morita K, Ogata M and Hasegawa T : Chlorophyll derived from *Chlorella* inhibits dioxin absorption from the gastrointestinal tract and accelerates dioxin excretion in rats. *Environ Health Perspect.* 109 : 289-294, 2001.
  - 6) Morita K and Tobiishi K : Increasing effect of nori on the fecal excretion of dioxin by rats. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 66 : 2306-2313, 2002.
  - 7) Morita K and Nakano T : Seaweed accelerates the excretion of dioxin stored in rats. *J. Agric. Food Chem.* 50 : 910-917, 2002.
  - 8) Nagayama J, Takasuga T, Tsuji H and Iwasaki T : Decrease in blood levels of dioxins after the one year intake of FBRA in Japanese. *Organohal. Comp.* 52 : 293-296, 2001.
  - 9) Nagayama J, Takasuga T, Tsuji H and Iwasaki T : Decrease in blood levels and body burdens of highly toxic dioxin congeners after one year intake of FBRA in Japanese. *Organohal. Comp.* 55 : 327-330, 2002.
  - 10) Nagayama J, Takasuga T, Tsuji H, Umehara M, Sada T and Iwasaki T : Active elimination of causative PCDFs/DDs congeners of Yusho by one year intake of FBRA in Japanese people. *Fukuoka Acta Med.* 94 : 118-125, 2003.
  - 11) Nagayama J, Takasuga T, Tsuji H and Iwasaki T : Promotive excretion of causative agents of Yusho by one year intake of FBRA in Japanese people. *Fukuoka Acta Med.* 96 : 241-248, 2005.
  - 12) Nagayama J, Hirakawa H, Kajiwara J, Iida T, Todaka T, Uenotsuchi T, Shibata S, Tsuji H and Iwasaki T : Excretion of causative PCDFs congeners of Yusho by one year intake of FBRA in patients with Yusho. *Fukuoka Acta Med.* 98 : 215-221, 2007.
  - 13) Nagayama J, Hirakawa H, Kajiwara J, Todaka T, Shibata S, Tsuji H and Iwasaki T : Promotive excretion of polychlorinated dibenzofurans by FBRA in patients with Yusho. *Organohal. Comp.* 70 : 1574-1577, 2008.
  - 14) 長山淳哉, 平川博仙, 梶原淳陸, 飯田隆雄, 戸高尊, 上ノ土武, 柴田智子, 辻博, 岩崎輝明: 発酵玄米健康補助食品摂取による油症原因物質の体外排泄促進 - PCDFs と PCDDs の場合 -. *福岡医誌* 100 : 192-199, 2009.
  - 15) Van den Berg M, Birnbaum LS, Denison M, DeVito M, Farland W, Feeley M, Fiedler H, Hakansson H et al. : The 2005 World Health Organization reevaluation of human and mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds. *Toxicological Sci.* 93 : 223-241, 2006.
  - 16) 堀就英, 飛石和大, 芦塚由紀, 中川礼子, 戸高尊, 平川博仙, 飯田隆雄: ゲル浸透クロマトグラフィー (GPC) 及び高分解能ガスクロマトグラフィー/高分解能質量分析法 (HRGC/HRMS) による血中 PCB 異性体別分析. *福岡医誌* 96 : 220-226, 2005.
  - 17) Todaka T, Hirakawa H, Tobiishi K and Iida T : New protocol for dioxin analysis of human blood. *Fukuoka Acta Med.* 94 : 148-157, 2003.
  - 18) Iida T and Todaka T : Measurement of dioxins in human blood : Improvement of analytical method. *Ind. Health* 41 : 197-204, 2003.
  - 19) 戸高尊, 平川博仙, 堀就英, 飛石和大, 飯田隆雄: ヒト血液中ダイオキシン類の抽出・精製法の改良および油症患者血液中ダイオキシン類濃度. *福岡医誌* 96 : 185-191, 2005.

(Received for publication March 10, 2011)