

# 国産肉類の多環芳香族炭化水素の定量

舘野つや子

(平成17年10月6日受理)

## Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Resulting from Meat in Japan

TATENO, Tsuyako

(Received on October 6, 2005)

キーワード：多環芳香族炭化水素，肉，国産

Key words：polycyclic aromatic hydrocarbons, meat, made in Japan

### 緒 言

我々は、今まで、魚介類<sup>1)~5)</sup>、野菜類<sup>6)~10)</sup>、牛乳<sup>11)~12)</sup>、乳製品<sup>13)</sup>及び油脂類<sup>14)</sup>等に含まれる多環芳香族炭化水素 (polycyclic aromatic hydrocarbons, 以下 PAHs と略す) の分析方法の検討及び含有量について報告を行ってきた。

肉類中の PAHs の調査研究は、イタリアの M.Lodovici ら<sup>15)</sup>、台湾の B.H.Chen ら<sup>16)</sup> 及びアメリカの N.Kazerouni ら<sup>17)</sup> の諸外国の報告は見られる。しかし、国産の肉類の PAHs 含有量についての報告は、ほとんど見られない。

そこで著者らが、これまで検討してきた PAHs の分析法を肉類に適用した。国産の牛肉類7種類 (ロース肉及び肩肉)、豚肉類10種類 (ロース肉及びもも肉) 及び鶏肉類8種類 (もも肉及びむね肉) の脂質含有量の差による PAHs の検出量について、結果を報告する。

### 実験方法

#### 1. 試料

国産の牛肉類7種類 (ロース肉4試料・脂質 44.0g<sup>18)</sup>/100g, 肩肉3試料・脂質 22.3g/100g), 国産豚肉類10試料 (ロース肉5試料・脂質 19.2g/100g, もも肉5試料・脂質 10.2g/100g), 及び国産鶏肉類8試料 (もも肉4試料・脂質 19.1g/100g, むね肉4試料・脂質 17.2g/100g), の試料は平成12年1月~14年10月都内で購入し

た。

#### 2. 試薬

n-ヘキサン：(HPLC用) 和光純薬工業(株)、ジメチルスルホキシド (以下 DMSO と略す)：(アミノ酸自動分析用) 和光純薬工業(株) その他は前報<sup>5)</sup>に従った。

#### 3. 装置及び器具

ソックスレー抽出器、シリカゲルカラムクロマト用カラム管及び蛍光分光光度計その他は前報<sup>5)</sup>に従った。

#### 4. 試料の調整

各試料は前報<sup>5)</sup>に従って乾燥し、乾燥重量約13~14g (生重量約50g) を用いた。

#### 5. 抽出及びPAH分析

ソックスレー抽出用の受器に水酸化カリウムを3~5g入れ、少量の水で溶かした。試料は、ソックスレー抽出管に入れ、メタノール100mlを加え、以下前報<sup>5)</sup>に従って、ソックスレー抽出、シリカゲルカラムクロマトグラフィ、7%含水アルミナカラムクロマトグラフィ及び蛍光測定を行った。以上各試料につき2回ずつ採取し、それぞれ分析を行った。

#### 6. 添加回収実験

PAHs の添加回収実験は、各種食品の分析方法の検討<sup>1)~14)</sup>に於て行っているが、今回の肉類について、PAHs の中で発がん性が強いといわれている benzo (a)-

pyrene の添加回収実験を行った。

上記の抽出と同様に、ソックスレー抽出管に試料を入れ、benzo (a) pyrene 標準液 (50.00ng) を添加した標準添加試料及び対象としての標準無添加試料について同様に分析を行った。

結果及び考察

1. 添加回収実験結果を表 1 に示した。  
回収率は平均102%の結果が得られた。
2. 国産牛肉類の PAHs 分析結果を表 2 に示した。  
牛ロース肉と肩肉の PAHs の検出量を平均値と比較すると、脂質含有量の多いロース肉の方が高い検出量のは、9,10-dimethylbenz (a) anthracene の 1.35ppb (肩肉 1.18ppb) 及び pyrene の 0.23ppb (肩肉 0.03ppb) であった。  
また、脂質含有量の少ない肩肉の方が高い検出量のは、coronene 0.87ppb (ロース肉 0.18ppb),

表 1 肉類の Benzo(a)pyrene 添加回収率

	試料 (g)	添加量 (ng)	検出量 (ng)	無添加試料の検出量 (ng)	回収率 (%)
Benzo(a)pyrene	50	50.00	50.80	2.30	97
Benzo(a)pyrene	50	50.00	53.50	3.70	100
Benzo(a)pyrene	50	50.00	56.33	2.40	108
平均					102

表 2 国産牛肉の多環芳香族炭化水素の含有量

	牛ロース肉				平均	牛肩肉			平均
	1	2	3	4		1	2	3	
	(ppb)								
Benz(a)anthracene	0.04	0.02	ND*	0.37	0.11	0.08	0.28	ND	0.12
Benzo(a)pyrene	0.06	0.02	0.05	0.05	0.05	0.07	0.07	0.03	0.06
Dibenz(ah)anthracene	ND	ND	ND	ND		0.04	0.03	ND	0.02
3-Methylcholanthrene	ND	ND	0.01	ND		ND	ND	ND	
Benzo(e)pyrene	0.31	0.05	0.16	ND	0.13	0.04	0.41	ND	0.15
Pyrene	0.59	0.32	ND	ND	0.23	ND	ND	0.10	0.03
Fluoranthene	0.08	ND	0.31	0.29	0.17	1.00	0.43	ND	0.48
Anthracene	ND	ND	ND	0.28	0.07	0.30	0.09	0.12	0.17
Phenanthrene	ND	ND	ND	ND		ND	ND	ND	
Coronene	0.16	0.13	0.06	0.37	0.18	0.82	1.49	0.31	0.87
1-Methylphenanthrene	ND	ND	0.17	ND	0.04	0.18	ND	ND	0.06
Perylene	ND	0.01	0.06	0.22	0.07	0.74	0.29	0.04	0.36
5,12-Dihydronaphthacene	0.79	ND	ND	ND	0.20	ND	ND	ND	
Benzo(k)fluoranthene	0.08	0.02	0.06	0.06	0.06	0.06	0.09	0.04	0.06
9,10-Dimethylbenz(e)anthracene	0.38	ND	2.61	2.42	1.35	ND	3.48	0.06	1.18

\*ND: not detected < 0.01ppb

fluoranthene 0.48ppb (ロース肉 0.17ppb) 及び perylene 0.36ppb (ロース肉 0.07ppb) 等であった。

Benzo (a) pyrene はロース肉 0.05ppb 及び肩肉 0.06ppb であった。

全 7 試料から検出した PAHs は、benzo (a) pyrene, coronene 及び benzo (k) fluoranthene であった。

3. 国産豚肉類の PAHs の分析結果を表 3 に示した。  
豚ロース肉ともも肉の PAHs 検出量を平均値と比較すると、脂質含有量の多いロース肉の方が高いものは、benzo (a) pyrene 0.28ppb (もも肉 0.11ppb), pyrene 0.29ppb (もも肉 0.09ppb) 及び coronene 0.30ppb (もも肉 0.20ppb) 等であった。

また、脂質含有量の少ないもも肉の方が高い検出量のは、phenanthrene 1.27ppb (ロース肉 0.05ppb) 等であった。

Benzo (a) pyrene は牛肉類 (ロース肉 0.05ppb 及び肩肉 0.06ppb) より高い傾向であり、豚ロース肉 0.28ppb 及び豚もも肉 0.11ppb であった。

全 10 試料から検出した PAHs は benzo (a) pyrene であった。

4. 国産鶏肉類の PAHs の分析結果を表 4 に示した。  
鶏もも肉とむね肉の PAHs の検出量を平均値と比較すると、脂質含有量の多いもも肉の方が高いも

国産肉類の多環芳香族炭化水素の定量

表3 国産豚肉の多環芳香族炭化水素の含有量

(ppb)

PAH	豚ロース肉					平均	豚もも肉					平均
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
Benz(a)anthracene	0.17	0.12	0.10	0.13	0.02	0.11	0.16	0.14	ND	ND	ND	0.06
Benzo(a)pyrene	0.24	0.06	0.16	0.20	0.72	0.28	0.20	0.24	0.03	0.09	0.01	0.11
Dibenz(ah)anthracene	0.02	0.03	ND	ND	ND	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	
3-Methylcholanthrene	0.01	ND*	ND	ND	ND		ND	ND	ND	ND	ND	
Benzo(e)pyrene	0.43	0.17	ND	0.10	0.06	0.15	ND	0.59	ND	ND	ND	0.12
Pyrene	ND	1.45	ND	ND	0.01	0.29	ND	ND	ND	0.43	ND	0.09
Fluoranthene	2.06	0.85	0.13	0.91	0.65	0.92	1.74	1.31	0.44	0.49	ND	0.80
Anthracene	0.10	0.10	0.01	0.16	0.09	0.09	0.17	0.40	0.01	0.03	ND	0.12
Phenanthrene	ND	0.25	ND	ND	ND	0.05	ND	3.97	ND	ND	2.37	1.27
Coronene	0.75	0.26	0.14	0.34	0.01	0.30	0.39	0.58	0.04	ND	ND	0.20
1-Methylphenanthrene	ND	ND	ND	ND	ND		ND	ND	ND	ND	ND	
Perylene	0.06	0.04	0.01	0.05	0.02	0.04	0.05	0.07	ND	0.02	ND	0.03
5,12-Dihydronaphthacene	0.41	ND	ND	ND	ND	0.08	ND	ND	ND	ND	ND	
Benzo(k)fluoranthene	ND	0.03	0.03	0.02	0.01	0.02	0.03	0.01	ND	ND	ND	0.01
9,10-Dimethylbenz(a)anthracene	0.55	2.31	ND	4.08	0.02	1.39	2.20	6.02	ND	1.09	ND	1.86

\*ND:Not detected<0.01ppb

表4 国産鶏肉の多環芳香族炭化水素の含有量

(ppb)

PAH	鶏もも肉				平均	鶏むね肉				平均
	1	2	3	4		1	2	3	4	
Benz(a)anthracene	ND*	ND	ND	ND		ND	ND	ND	ND	
Benzo(a)pyrene	0.93	0.04	0.05	0.03	0.26	0.27	0.06	0.70	0.03	0.27
Dibenz(ah)anthracene	ND	ND	ND	ND		ND	ND	ND	ND	
3-Methylcholanthrene	ND	ND	ND	ND		ND	ND	ND	ND	
Benzo(e)pyrene	0.05	ND	ND	ND	0.01	ND	ND	ND	0.02	0.01
Pyrene	0.07	0.04	0.30	1.33	0.44	0.06	0.04	ND	0.11	0.05
Fluoranthene	1.05	0.59	0.19	0.31	0.54	0.09	0.15	4.34	0.07	1.16
Anthracene	0.02	0.01	0.29	0.01	0.08	ND	ND	0.04	ND	0.01
Phenanthrene	ND	ND	ND	0.22	0.06	0.35	ND	0.39	ND	0.19
Coronene	0.15	0.07	0.09	0.04	0.09	0.06	0.06	0.99	ND	0.28
1-Methylphenanthrene	ND	0.05	ND	0.02	0.02	ND	0.05	ND	0.02	0.02
Perylene	ND	ND	ND	ND		ND	ND	ND	ND	
5,12-Dihydronaphthacene	0.56	0.03	ND	0.11	0.18	1.04	0.01	0.25	0.17	0.37
Benzo(k)fluoranthene	0.02	0.01	0.01	ND	0.01	ND	0.02	0.01	ND	0.01
9,10-Dimethylbenz(a)anthracene	ND	ND	ND	ND		ND	ND	ND	ND	

\*ND:Not detected<0.01ppb

のは、pyrene 0.44ppb (むね肉 0.05ppb) 等であった。

また、脂質含有量の少ないむね肉の方が高い検出量のものは、phenanthrene 0.19ppb (もも肉 0.06ppb), coronene 0.28ppb (もも肉 0.09ppb) 及びfluoranthene 1.16ppb (もも肉 0.54ppb) 等であった。

Benzo (a) pyrene は、牛肉類 (ロース肉 0.05ppb

及び肩肉 0.06ppb) より高い傾向であり、もも肉 0.26ppb 及びむね肉 0.27ppb であった。

全 8 試料から検出した PAHs は benzo (a) pyrene 及び fluoranthene であった。

5. 諸外国では、イタリアの M.Lodovici ら<sup>15)</sup> は、benzo (a) pyrene 牛肉 2.222 $\mu$ g/kg, 豚肉 0.427 $\mu$ g/kg 及び鶏肉 0.181 $\mu$ g/kg と報告を行っている。

ま と め

1. 脂質含有量の多い牛ロース肉, 豚ロース肉及び鶏もも肉は, 共に pyrene のみが脂質含有量の少ない牛肩肉, 豚もも肉及び鶏むね肉の約3~9倍高い検出量であった.
2. Coronene は, 脂質含有量の少ない牛肩肉及び鶏むね肉が脂質含有量の多い牛ロース肉及び鶏もも肉より約3~5倍高い検出量であった.
3. Benzo(a) pyrene は, 牛肉類に比較して, 豚肉類及び鶏肉類が約4倍高い検出量であった.
4. 牛肉類, 豚肉類及び鶏肉類3者の検出率が80%以上のPAHsは benzo (a) pyrene 及び coronene であった.

文 献

- 1) 白石慶子, 白鳥つや子, 高島英伍: 食衛誌, 16, 178~181 (1975).
- 2) 館野つや子: 東京家政大学紀要, 26, 85~89 (1986).
- 3) 館野つや子: 東京家政大学紀要, 28, 103~107 (1988).
- 4) 館野つや子: 食衛誌, 39, 159~164 (1998).
- 5) 館野つや子: 東京家政大学紀要, 41, 45~56 (2001).
- 6) 白石慶子, 白鳥つや子, 高島英伍: 食衛誌, 15, 18~21 (1974).

- 7) 館野つや子, 南雲葉子: 東京家政大学紀要, 30, 21~25 (1990).
- 8) 館野つや子, 南雲葉子, 末永泉二: 食衛誌, 31, 271~276 (1990).
- 9) Tsuyako TATENNO and Yoko NAGUMO: Reprinted from the Bulletin of Tokyo Kasei University, 31, 27~30 (1991).
- 10) 館野つや子, 末永泉二: 食衛誌, 35, 206~209 (1994).
- 11) 館野つや子: 東京家政大学紀要, 34, 55~61 (1994).
- 12) 館野つや子, 影山百合子: 食衛誌, 40, 90~97 (1999).
- 13) 館野つや子: 東京家政大学紀要, 44, 53~58 (2004).
- 14) 白石慶子, 白鳥つや子: 食衛誌, 18, 426~430 (1977).
- 15) M.LODOVICI, P.DOLARA, C.CASALINI, S.CIAPPELLANO and G.TESTOLIN: Food Additives and contaminants, 12, 703~713 (1995).
- 16) B.H.Chen, C.Y.Wang and C.P.Chiu: J.Agric. Food chem, 44, 2244~2251 (1996).
- 17) N.Kazerouni, R.Sinha, che-Han Hsu, A.Greenberg, N.Rothman: Food and chemical Toxicology, 39, 423~436 (2001).
- 18) 科学技術庁資源調査会編: “五訂. 日本食品成分表, p190~222 (2001), 医歯薬出版.

Abstract

The report on Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) of domestically produced meats has almost never been seen before.

Therefore, we analyzed that the variety of meat and the difference of its fat influence on the content of PAH contained in 7 kinds of domestic beef (4 samples of sirloin and 3 samples of chuck eye roll), 10 kinds of pork (5 samples of loin and 5 samples of leg) and 8 kinds of domestic chicken (4 samples of leg and 4 samples of chicken breast) using the analytical method we have examined the effectiveness.

Accordingly, high fat content of 3 items of beef sirloin, pork lion and chicken leg contained 3 to 9 times of pyrene than less fat content of 3 items of beef shoulder, pork leg and chicken breast.

The amount of detected Benzo(a)pyrene contained in pork and chicken was about 4 times higher than that contained in beef.