去勢豚の血中および体組織のダイオキシン類濃度の 肥育期における変化

西村宏一・宮本 進・秋田富治・山岸規昭*・田辺 忍**

独立行政法人農業技術研究機構 畜産草地研究所, 茨城県つくば市池の台 2, 305-0901

*現所属: 畜産草地研究所リサーチフェロー, 茨城県つくば市池の台 2, 305-0901

**現所属: 生物系特定産業技術研究推進機構, 東京都港区虎ノ門 3-18-19, 105-001

(2004 年 1 月 26 日受付, 2004 年 4 月 18 日受理)

要 約 飼料中に含まれているダイオキシン類が, 肥育豚の体組織へ移行・蓄積する実態を解明するため, ランドレース種去勢雄豚を 6 ヶ月まで肥育し, その間, 1, 3, 4.5 ならびに 6 ヶ月齢でそれぞれ 3 頭ずつをと殺した。各月齢で血液 (静脈血), 筋肉 (背最長筋と大腿二頭筋の等量混和), 脂肪 (皮下脂肪) ならびに肝臓を採取した。また, 給与飼料も採取し, これら試料中のダイオキシン類の濃度をガスクロマトグラフ-質量分析法によって測定した。

全血中のダイオキシン類の濃度 (毒性等量濃度, 以下同様) には 1 および 6 ヶ月齢にコプラナー PCB のみが検出された。筋肉中のダイオキシン類の濃度は 1 ヶ月齢以降, 成長とともに低下した。その濃度は給与飼料のダイオキシン類の濃度をほぼ反映していた。皮下脂肪中のダイオキシンの濃度も筋肉中の濃度と同様に, 成長とともに低下した。一方, 肝臓中のダイオキシン類の濃度は成長に従って低下する傾向があったが, それは緩やかなものであり, 3 ヶ月齢以降 6 ヶ月齢まで濃度に大きな差異が見られず, ダイオキシン類の組成はほぼ一定の傾向を示した。

以上のことから, 飼料を介して肥育豚に摂取されたダイオキシン類のうち, 一部のコプラナー PCB は体外へ排出されるが, 大半のダイオキシン類は肝臓中に蓄積されることが示唆され, 一方, 筋肉中に蓄積されたダイオキシン類は比較的早く組織外へ移行すると考えられた。

緒 言

ダイオキシン類はポリ塩化ジベンゾ-パラ-ジ

オキシン (polychlorinated dibenzo-p-dioxins, PCDDs), ポリ塩化ジベンゾフラン (polychlorinated dibenzofurans, PCDFs) ならびにコプラ

PCDDs, PCDFs and Co-PCBs Concentrations in Blood and Body Tissue of Fattening Pig

K. NISHIMURA, S. MIYAMOTO, T. AKITA, N. YAMAGISHI* and S. TANABE**

National Institute of Livestock and Grassland Science, 2 Ikenodai, Tsukuba, Ibaraki 305-0901

*Present Address: Research Fellow of National Institute of Livestock and Grassland Science, 2 Ikenodai, Tsukuba, Ibaraki 305-0901

**Present Address: Bio-oriented Technology Research Advancement Institute 3-18-19 Tranomon, Minato-ku, Tokyo 105-0001

ナー PCB (coplanar-polychlorinated biphenyls, Co-PCBs) の総称であり、これらは極めて毒性の強い有機塩素化合物である。これに暴露されたヒトでは、体重減少、胸腺萎縮、肝臓代謝障害、心筋障害、性ホルモンや甲状腺ホルモン代謝ならびにコレステロール等の脂質代謝への害作用、クロロアクネ (皮膚症状としての塩素挫創)、学習能力の低下をはじめとする中枢神経症状等が観察されている。また、ダイオキシン類の投与が実験動物の正常な内分泌系をかく乱し、癌を発症させ、生殖機能や免疫機能を阻害することが報告されている¹⁾。

食品を介してダイオキシン類がヒトの体内へ移行し、内分泌系をかく乱するのではないかと危惧され、我が国や諸外国で畜産物を含む食品中のダイオキシン類の濃度が調査されてきた²⁾。これらの調査の多くは市販の食品 (畜産物を含む) を購入し、それぞれのダイオキシン類の濃度を測定するものであって、食品の由来、畜産物では飼養形態、給与飼料、家畜・家禽の育成などの飼養来歴が不明であった。安全な食品を求める消費者は、食品の来歴が明らかになることを強く望んでいる。一方、畜産物の生産者である農家は、家畜・家禽が成長ステージのどの時期において、どのような経路でダイオキシン類の移行があるのか、また、ダイオキシン類がどのように代謝されて、ど

こに蓄積されるのかに関心を持っている。家畜へのダイオキシン類の移行実態が明らかとなれば、その移行および蓄積を軽減させる飼養法を考えることもできる。

そこで、著者らは通常の飼養法で肥育した豚の体組織および給与飼料中のダイオキシン類の濃度を求め、ダイオキシン類の移行・蓄積の実態を明らかにした。

材料および方法

供試豚としてランドレース種の去勢雄豚を 12 頭用いた。これらは当所の慣行的な飼養法に従い、不断給餌とした。給与飼料として代用乳、人工乳、育成飼料および仕上げ飼料を用いた。その概要は表 1 のとおりであり、この飼養法は一般的な飼養と大きく変わらない。それぞれの飼料の成分組成は表 2 に示すとおりであった。飼養期間中、給与した試料をロットごとに採取し、これを混合して分析用試料とした。供試豚が 1, 3, 4.5 ならびに 6 ヶ月齢に達した時点でそれぞれ 3 頭ずつを頸静脈より採血し、と殺した。と体から内臓類、次いで皮下脂肪ならびに筋肉を採取した。供試豚の頸静脈からヘパリン処理した真空採血管を用いて血液を採取し、ダイオキシン類の分析まで凍結保存して、全血を分析に供した。肝臓は胆汁による汚染を避けるため、外側左葉を中心に採取して

表 1. 供試豚の飼養およびと殺

Table 1. Feeding and Slaughtering of Experimental Animal

飼 養 Feeding	期間(月齢) Period(month)	給与飼料 Feed	と殺月齢 Slaughtering month	と殺頭数 Heads
哺 育 Nurcing	0~1	(母乳)+代用乳 (Milk)+Replacer	1 ヶ月	3 頭
育成前期 First half phase of Growing	1~3	人工乳+育成飼料 Starter+Grower	3	3
育成後期 Latter half phase of Growing	3~4.5	育成飼料 Grower	4.5	3
仕上げ肥育 Finishing	4.5~6	仕上げ飼料+育成飼料 Finisher+Grower 仕上げ飼料 Finisher	6	3

分析試料とした。皮下脂肪は背部正中線から肋部までを外皮とともに採取し、放冷した後、脂肪層のみを分離した。筋肉は皮下脂肪および筋間脂肪を極力取り除いた胸最長筋および大腿二頭筋を等量あわせたものを分析試料とした。これらはポリエチレン製試料袋に入れ、静脈血と同様、分析に供するまで -20°C で保存した。

試料中のダイオキシン類の分析は、日本食品分析センター多摩研究所（東京都多摩市永山）に依頼して実施した。分析方法は厚生省（1999）が提示した「食品中のダイオキシン類及びコプラナーPCBの測定方法暫定ガイドライン」³⁾に準拠して、キャピラリーガスクロマトグラフ-高分解能質量分析装置を用いて行った。ポリ塩化ジベンゾパラジオキシン（PCDDs）13種類、ポリ塩化ジベンゾフラン（PCDFs）15種類ならびにコプラナーPCB（Co-PCBs）12種類の異性体の濃度を測定した後、それぞれの毒性等価係数（TEF）を乗じて、毒性当量（TEQ）の濃度を求めた。そして、本報ではPCDDs、PCDFsならびにCo-PCBsそれぞれのTEQを合計した濃度をダイオキシンの濃度として表した。従来、PCDDsとPCDFsの総称をダイオキシンとしていたが、最近、ダイオキシンと同様な内分泌かく乱作用を有するCo-PCBsも含めてダイオキシン類と表しており⁴⁾、本報告もこれに従った。

結 果

供試豚の体重の推移を図1に示した。1ヶ月齢で $12.4 \pm 1.4\text{ kg}$ 、6ヶ月齢で $109.0 \pm 6.0\text{ kg}$ と、標準的な発育を示しており、疾病等の異常は認められなかった。

給与飼料中のダイオキシン類の濃度を図2に示した。代用乳および人工乳のダイオキシン類の濃度はそれぞれ 0.083 および 0.081 pg-TEQ/g とほぼ同レベルの値であり、育成飼料（ 0.019 pg-TEQ/g ）および仕上げ飼料（ 0.002 pg-TEQ/g ）のそれよりも高かった。また、4種の飼料のダイオキシン類の構成は異なっていた。人工乳では総毒性等量（TEQ）に占めるCo-PCBsの割合が81%と他の飼料のそれよりも高かった。

静脈血（全血）中のダイオキシン類の濃度を

図 1. 供試豚の体重

Fig. 1. Live weight of experiment pig

図 2. 飼料中のダイオキシン類の濃度

Fig. 2. Concentration of the dioxins in diet

図3に示した。Co-PCBsのみが1ヶ月齢および6ヶ月齢で検出され、他の構成化合物であるPCDDsおよびPCDFsは検出されなかった。また、3および4.5ヶ月齢ではダイオキシン類が検出されなかった。

図 3. 豚全血中のダイオキシン類の濃度

Fig. 3. Concentration of the dioxins in whole blood

図 4 に筋肉中のダイオキシン類の濃度を示した。1 ヶ月齢では 0.057 pg-TEQ/g であったが、3 ヶ月齢以降は低下し、6 ヶ月齢では 0.0014 pg-TEQ/g となった。この値は農林水産省 (2003) の平成 14 年度調査結果⁵⁾、同じく厚生労働省の調査結果 (2001)⁴⁾ の国産豚肉の平均値 0.013 および 0.009 pg-TEQ/g や、輸入豚肉の平均値 0.012 pg および 0.007-TEQ/g よりも低かった。各月齢でのダイオキシン類の構成はそれぞれ異なっていた。1 ヶ月齢では PCDDs の割合が高く、3 ヶ月齢以降は Co-PCBs の割合が高くなった。

図 5 に皮下脂肪中のダイオキシン類の濃度を示した。筋肉中の濃度と同様な傾向が見られ、1 ヶ月齢では 0.320 pg-TEQ/g であったが、3 ヶ月齢以降は低下し、6 ヶ月齢では 0.0547 pg-TEQ/g となった。各月齢でのダイオキシン類の構成はそれぞれ異なり、その構成パターンは筋肉のそれとも

図 4. 豚筋肉中のダイオキシン類の濃度

Fig. 4. Concentration of the dioxins in muscle

異なっていた。すなわち、1 ヶ月齢では PCDDs、PCDFs ならびに Co-PCBs の割合がほぼ等しく、3 ヶ月齢以降は Co-PCBs の割合がやや高くなったが、PCDDs および PCDFs の構成割合も低くなかった。

肝臓中のダイオキシン類の濃度を図 6 に示した。筋肉中や脂肪中の濃度推移とは異なり、1 ヶ月齢では 0.327 pg-TEQ/g であったが、3 ヶ月齢以降 6 ヶ月齢まで値はほぼ変わらず、6 ヶ月齢においても値が 0.165 pg-TEQ/g とほぼ 50% の値を示した。また、ダイオキシン類の構成パターンが 1 から 6 ヶ月齢までほぼ同様であった。

考 察

内分泌かく乱作用があると疑われている PCDDs および PCDFs とそれらと同様な作用があると考えられている Co-PCBs はダイオキシン類と一括されているが、これらが生成された経緯

図 5. 豚皮下脂肪中のダイオキシン類の濃度

Fig. 5. Concentration of the dioxins in back fat

図 6. 豚肝臓中のダイオキシン類の濃度

Fig. 6. Concentration of the dioxins in liver

は異なる。PCDDs と PCDFs は産業用のために意図して生産された物質ではなく、産業廃棄物等の燃焼物、化学プラントからの廃棄物、農薬中の不純物等から生じ、これが環境中へ拡散・分布したものと考えられている。一方、ポリ塩化ビフェニール (PCBs) は高温においても化学的に安定であり、不燃性で、しかも電気絶縁性や熱伝導性が高く、産業利用のため工業的に多量生産されてきたものである。PCBs を含む機器の使用停止後も、機器の保存中に自然気化したり、機器の廃棄による流亡や気化によって環境中に広く存在している。そのうち、コプラナー形の PCB が内分泌かく乱作用を有していると考えられている⁵⁾。ダイオキシン類は生態系の中で分解されにくく、それらの残留毒性が長期間にわたり存続する。これらは食物（飼料）の摂取、飲水、吸気や接触によって生体内に取り込まれ、血液を介して体内を移動

して、脂肪組織や肝臓中に蓄積するとされ、脂肪組織あるいは肝臓の一方に、より多くのダイオキシン類が蓄積されるという動物種の差異も報告されている^{6,7)}。ダイオキシン類が体内で分解・排泄されることは困難で¹⁾、ヒトでの生物学的半減期は 7～12 年と報じられている⁸⁾。体内に蓄積されたダイオキシン類は鳥類・ほ乳類では胆汁として、さらに、雌鳥・雌畜では卵や胎子、それに乳汁として生体から排泄されると考えられる。雄畜の排泄経路は雌畜のそれよりも限られ、体内での蓄積が多量になる可能性が高い。その例として、肉用牛の種雄牛や未經産若雌牛の背部皮下脂肪におけるダイオキシン類の濃度は高いが、分娩・泌乳を繰り返した経産牛のそれは低く、泌乳中の牛の値が最も低かったという調査結果がある⁹⁾。

土壌表層はダイオキシン類を含む降下性塵埃や、雨水または、一部残留農薬の分解産物の蓄積

によって、ダイオキシン類の濃度が高い傾向にある。家畜・家禽は屋外の運動場や放飼場で土壌と接する機会が多く、それらの摂取もよく観察されるところである。しかし、本試験の供試豚は畜舎内の高床式ケージで飼育したので土壌から隔離した飼養となり、土壌への接触や摂取がなく、土壌を介してダイオキシン類が摂取されることはなかった。また、供試豚の飲用水は上水道水を用いた。さらに、試験実施場所の周辺にはゴミ焼却場がなかった。このことから、本試験において、供試豚へのダイオキシン類の移行は給与飼料からによるものが大半を占めたと考えられる。

厚生労働省の調査(2001)では、魚類、食肉類、乳製品のダイオキシン類濃度(グループの平均値)が穀類(同じくグループの平均値)のそれよりも高かった⁴⁾。そのため、家畜・家禽の配合飼料に用いられていた魚粉、骨肉粉、脱脂粉乳等の動物性飼料におけるダイオキシン類の濃度は、穀類、糟糠類等の植物性飼料のそれよりも高い傾向

にあると類推される。本試験で使用した代用乳および人工乳の動物性飼料の割合はそれぞれ40%、10%であり、育成飼料(4%)および仕上げ飼料(3%)の割合より高かった。このことから、動物性飼料の構成割合が高い飼料のダイオキシン類の濃度は高かったものと考えられた。

静脈血中のダイオキシン類の濃度は、給与飼料中のダイオキシン類の濃度が高かった1ヶ月齢に高い値を示した。しかし、給与飼料の変化によって値が減少する傾向はなかった。また、この濃度は体組織中の値に比べて極めて低く、TEQで0.01 ppqの単位であった。PCDDs, PCDFsならびにCo-PCBsの各異性体の実濃度(TEQを求めるためにTEFを乗ずる前の値)が、PCDDsおよびPCDFsでは検出限界以下であり、Co-PCBsのみ検出限界値に近い微少な値であった。このことで、検討に足る結果を把握できなかった。

給与飼料のダイオキシン類の濃度が低下したことで、筋肉および皮下脂肪のダイオキシン類の濃

表 2. 給与飼料の組成
Table 2. Feed composition

代用乳 Replacer		人工乳 Starter		育成飼料 Grower		仕上げ飼料 Finisher	
成分名 Ingredient	構成割合(%) Composition (%)	成分名 Ingredient	構成割合(%) Composition (%)	成分名 Ingredient	構成割合(%) Composition (%)	成分名 Ingredient	構成割合(%) Composition (%)
動物質性飼料 Animal products	40	穀類 Cereals	60	穀類 Cereals	72	穀類 Cereals	64
穀類 Cereals	40	植物性油かす類 Plant oil cakes	19	植物性油かす類 Plant oil cakes	19	糟糠類 Brans	16
植物性油かす類 Plant oil cakes	2	動物質性飼料 Animal products	10	動物質性飼料 Animal products	4	植物性油かす類 Plant oil cakes	11
その他 Other	18	その他 Other	11	糟糠類 Brans	2	動物質性飼料 Animal products	3
				その他 Other	3	その他 Other	6

度は減少した。この減少は、幼若齢時に筋肉や皮下脂肪に蓄積されたダイオキシン類が供試豚の成長、すなわち組織重量が増加したことでダイオキシン類の濃度が「希釈」されたものではないと考えられる。単純に、組織重量の増加によるダイオキシン類の濃度減少であるとすれば、ダイオキシン類を構成している PCDDs, PCDFs ならびに Co-PCBs の TEQ の割合が、1 ヶ月齢から 6 ヶ月齢まで、ほぼ同じでなければならない。しかし、筋肉および皮下脂肪下中のダイオキシン類を構成している PCDDs, PCDFs ならびに Co-PCBs の TEQ の割合は、1 ヶ月齢から 6 ヶ月齢まで月齢で異なった。一方、肝臓中では筋肉および皮下脂肪とは違い、ダイオキシン類の濃度の減少程度は低く、この組織に含まれていたダイオキシン類を構成していた PCDDs, PCDFs ならびに Co-PCBs の TEQ の割合が 1 ヶ月齢から 6 ヶ月齢までほぼ同じであった。この結果と給与飼料中の PCDDs, PCDFs ならびに Co-PCBs の TEQ の割合 (図 2) を比較すると、肝臓中のダイオキシン類は Co-PCBs の一部が体外へ排泄され、残りの PCDDs および PCDFs が蓄積されたものではないかと考えられた。

次に、各組織における総ダイオキシン類の蓄積量を検討した。5 系統の肥育豚 319 頭を用い、25 から 152 kg まで 8 段階でと殺して、体組成の変化を解析した WAGNER ら (1999)¹⁰⁾ の結果に、本報の分析値を乗じて 1 および 6 ヶ月齢時の体組織中ダイオキシン類の量を求めた。1 ヶ月齢時の筋肉重量および脂肪重量は、Wagner らの結果の 25 kg における値を、本報の 1 ヶ月齢時体重 12.4 kg に比例させて求めた。筋肉組織中には総量で 219.0 pg-TEQ (0.0569 pg-TEQ/g × 3,849 g) の、脂肪組織中には同じく 289.0 pg-TEQ (0.320 pg-TEQ/g × 903 g) のダイオキシン類が含まれていたこととなる。6 ヶ月齢時の筋肉重量および脂肪重量は、Wagner らの結果の 114 kg における値を、本報の 6 ヶ月齢時体重 109 kg に比例させて求めた。6 ヶ月齢での筋肉および脂肪組織中のダイオキシン類はそれぞれ 40.4 pg-TEQ (0.00139 pg-TEQ/g × 29,070 g), 1,062.3 pg-TEQ (0.0547 pg-TEQ/g × 19,420 g) となる。一方、肥育豚の肝

臓中のダイオキシン類の量は約 1 ヶ月齢時 (大ヨークシャー種の肝臓重量¹¹⁾ を引用) で 77.5 pg-TEQ (0.327 pg-TEQ/g × 237 g), 6 ヶ月齢時 (三元交配種, LWD の肝臓重量¹²⁾ を引用) で 251.8 pg-TEQ (0.165 pg-TEQ/g × 1,526 g) となる。供試豚の成長中に、筋肉組織中のダイオキシン類の濃度は低下するだけでなく、178.6 pg-TEQ/g のダイオキシン類が筋肉組織外へ移行し、脂肪組織のダイオキシン類は低下したが、773.3 pg-TEQ のダイオキシン類が蓄積し、肝臓へは 3 倍以上のダイオキシン類が蓄積したものと考えられた。

ダイオキシン類の動物体内への取り込みには、動物の年齢によって、PCDDs, PCDFs ならびに Co-PCBs の化合物によって、さらに各化合物の化学異性体の塩素基の数によって、また、経口摂取の場合では食餌の組成によって差異があると報じられている¹³⁾。本試験で供試した肥育豚が飼料を介して摂取するダイオキシンの量を推定するにあたり、上述の要因による差異がないと仮定し、供試豚が日本飼養標準・豚 (1998 年版)¹⁴⁾ で示されているような標準的な量の飼料を摂取をしたとして、さらに腸管からの体内取り込み割合を実験動物を用いて得られた値¹⁵⁾ である 50% として試算すると、生時から 1 ヶ月齢までで約 341 pg-TEQ (0.083 pg-TEQ/g × 8.2 kg × 0.5), 1 から 3 ヶ月齢までで約 2,267 pg-TEQ (0.081 pg-TEQ/g × 45.375 kg × 0.5 + 0.0189 pg-TEQ/g × 45.375 kg × 0.5), 3 から 4.5 ヶ月齢までで約 1,046 pg-TEQ (0.0189 pg-TEQ/g × 110.64 kg × 0.5), 4.5 から 6 ヶ月齢までで約 127 pg-TEQ (0.0018 pg-TEQ/g × 140.4 kg × 0.5) のダイオキシン類が体内へ取り込まれたこととなり、6 ヶ月間の摂取総量は約 3.8 ng-TEQ となった。

試験終了時 (6 ヶ月齢) の筋肉中の濃度は我が国の政府機関の調査結果よりも低かった。供試した仕上げ飼料のダイオキシン類の濃度は毒性等量 (TEQ) の濃度で 2 fg/g であり、我が国で流通している配合飼料中の濃度 (平均値 7 fg/g)⁵⁾ より低かった。給与飼料の濃度 (図 2) と筋肉中 (図 3) および皮下脂肪中 (図 4) の濃度の結果が示すように、飼料中ダイオキシン類の濃度の低い飼料を 1.5~2 か月間肥育豚へ給与すると、筋肉および脂

肪中のダイオキシン類の濃度が低下した。このことから、ある期間、ダイオキシン類の濃度が低い仕上げ飼料を給与することで、ダイオキシン類の濃度の低い豚肉を生産できることが示唆された。本試験で用いた飼料はすべて同一会社の製品であった。ダイオキシン類の腸管からの吸収は給餌の組成によって異なると報じられているが、ここでの組成の差異は飼料に含まれる繊維質の多寡による差異であるから¹³⁾、製造元が異なっているが、穀実を主体とする豚用配合飼料では組成の差異は小さい。したがって、他社の配合飼料であっても、ダイオキシン類の濃度が低いものを用いれば、ダイオキシン類の濃度の低い豚肉を生産できるものと思われる。

なお、前述のように農林水産省および厚生労働省の調査では、豚肉中のダイオキシン濃度は、国産豚肉の平均値が0.013 および0.009 pg-TEQ/gで、輸入豚肉の平均値が0.012 pg および0.007-TEQ/gで、これを他の食肉(牛肉および鶏肉)中のダイオキシン類の濃度と比較すると、国産牛肉の平均値が0.220 および0.465 pg-TEQ/gで、輸入牛肉の平均値が0.058 および0.066 pg-TEQ/gであり、国産鶏肉の平均値が0.064 および0.071 pg-TEQ/gで、輸入鶏肉の平均値が0.092 pg および0.060-TEQ/gであった。豚肉の値が他の食肉のそれよりも低い傾向にある。また、他の畜産物(市販牛乳、チーズならびに全卵)中のダイオキシン類の濃度は、市販牛乳(国産のみ)平均値が0.027 および0.031 pg-TEQ/gであり、国産チーズの平均値が0.126 および0.101 pg-TEQ/gで、輸入チーズの平均値が0.203 pg および0.268 pg-TEQ/gであり、全卵(国産のみ)の平均値が0.066 および0.113 pg-TEQ/gであった。現在、我が国で流通している、バターを除いた主要畜産物の中で、豚肉中のダイオキシン類の濃度は低い水準にあると言える。

本試験の給与飼料中および体組織中ダイオキシン類の濃度測定結果から、肥育豚に摂取されたダイオキシン類は肝臓中により多く蓄積されて、体外へ排泄されにくく、結果として肝臓中で比較的高い濃度で残留し、一方、筋肉中および脂肪中に蓄積されたダイオキシン類は比較的早く組織外へ

移行すると考えられた。

本研究は農林水産省の環境研究「農林水産業における内分泌かく乱物質の動態解明と作用機序に関する総合研究」および研究小事項「飼料等の安全性に関する試験法の開発改良に要する経費」の予算で実施した。

謝 辞

本稿を校閲いただいた当研究所家畜生理栄養部部長松本光人博士に深く感謝します。また、供試豚の飼養管理に万全を期され、供試材料の採取にもご尽力いただいた当所企画調整部業務第2科科員の方々および供試材料の採取と調製にご協力いただいた雨宮千鶴子氏に深甚の謝意を表します。

引 用 文 献

- 1) 環境庁リスク評価検討会, ダイオキシンリスク評価検討会報告書, 1997.
- 2) 畜産技術協会, 畜産と内分泌攪乱物質諸問題に関する主要国の対応, 94 pp, 1999.
- 3) 厚生省, 食品中のダイオキシン類及びコプラナー PCB の測定方法暫定ガイドライン, 1999.
- 4) 厚生労働省, 平成12年度食品からのダイオキシン類一日摂取量調査結果について, 2001.
- 5) 農林水産省, 平成14年度畜産物及び農畜産物等に係るダイオキシン類実態調査結果について, 2003.
- 6) 門上希和夫: 「内分泌攪乱作用が疑われる化学物質の我が国の環境中濃度」, 環境庁リスク対策検討会編, 外因性内分泌攪乱化学物質問題に関する研究班中間報告書, 67-88, 環境新聞社, 東京, 1997.
- 7) KEITH, L.H. Environmental Endocrine Disruptors 944-968, 1101-1107, A Wiley-interscience Publication., New York, 1997.
- 8) FRIES, G.F.: A review of the significance of animal food products as potential pathway of human exposures to dioxins, J. Anim. Sci., **73**, 1639-1650, 1995.
- 9) WINTERS, D., D.C. LEVERLY, K. MEIER, A. DEPUY, C. BYENE, C. DEYRUP, R. ELLIS, J.F. ERRARIO, R. HARLESS, W. LEESE, M. LORBER, D. MCDNIEL, J. SCHAUM and J. WAL-

- COTT : A stastical survey of dioxin-like compounds in United States beef : A progress report, *Chemosphere*, **32**, 469-478, 1996.
- 10) WAGNER, R.J., A.P. SCHINCKEL, W. CHEN, J.C. FORREST and B.L. COE : Analysis of body composition changes of swine during growth and development, *J. Anim. Sci.*, **77**, 1442-1466, 1999.
- 11) SARKAR, N.K., G.A. LODGE and D.W. FRIEND : Hyperplasatic and hypertrophic growth in ogan and tissue of the neonatal pig, *J. Anim. Sci.*, **46**, 722-728, 1977.
- 12) 宮嶋松一・河野建夫・山田真人・榊原徳造 : ブタの心臓, 肝臓重量と産肉形質との関係, *愛知農総試研報*, (**17**), 423-427, 1985.
- 13) 厚生省・環境庁, *ダイオキシンの耐容一日摂取量 (TDI) について*, 57 pp, 1999.
- 14) 農林水産省農林水産技術会議事務局編 : *日本飼養標準・豚 (1998 年度版)*, 12-13, 中央畜産会, 1999.
- 15) Environmental Protection Agency : *Health Assessment Document for Polychlorinated Dibennzo p-dioxin*. (U.S.) EPA, Cincinnati, OH., 1985.

PCDDs, PCDFs and Co-PCBs Concentrations in Blood and Body Tissue of Fattening Pig

Kouichi NISHIMURA, Susumu MIYAMOTO, Tomiji AKITA,
Noriaki YAMAGISHI* and Shinobu TANABE**

National Institute of Livestock and Grassland Science,
2 Ikenodai, Tsukuba, Ibaraki 305-0901, Japan

* Present Address : Research Fellow of National Institute of Livestock and Grassland Science,
2 Ikenodai, Tsukuba, Ibaraki 305-0901, Japan

** Present Address : Bio-oriented Technology Research Advancement Institute 3-18-19
Toranomom, Minato-ku, Tokyo 105-0001, Japan

The concentrations of polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) and coplanar-polychlorinated biphenyls (Co-PCBs) in muscle, back fat, liver and whole blood of castrated male pig (Landrace) were determined at 1, 3, 4.5 and 6 month of age to examine the transfer and the accumulation of dietary dioxin in fattening pig. Also the concentrations in four diets, replacer, starter, grower and finisher, fed to experimental animal were measured. Concentrations of each isomer in the three components were measured through capillary column gas chromatography - high resolution mass spectrograph system. They were multiplied by individual toxic equivalency factors (TEF), and each value was accumulated. Then toxic equivalency quantities (TEQ) were driven from them.

The concentrations of the dioxins (total TEQ of PCDDs, PCDFs and Co-PCBs) and the composition of the three components (PCDDs, PCDFs and Co-PCBs) in the four diets were different. The dioxin concentrations in replacer and starter were higher than that of grower and finisher. The finisher showed relatively low concentration, below 2 fg-TEQ/g. The concentration of the dioxins in whole blood was detected at 1 and 6 month of age. Co-PCBs was observed. The concentrations of the dioxins in muscle declined as experiment animal grew. The concentration at 6 month of age was 57 fg-TEQ/g. The same tendency was observed in back fat, but was not observed in liver. The concentration in the liver reduced less. And the composition of three components in the liver showed almost same pattern from 1 to 6 month of age. The dioxins concentration in the diets reflected in the concentrations of the muscle and the back fat. It is suggested that most of dietary dioxins were accumulated in the liver and were excreted hardly, although the dioxins in muscle was transferred easily to other tissues.

Jpn. J. Swine Science, **41**, 3 : 143-152

Key words : dioxin, fattening pig, concentration, whole blood and body tissue