

「牛肉中のホルモンの濃度調査」

分担研究者	東京都立衛生研究所	宮崎奉之
研究協力者	東京都立衛生研究所	橋本常生
研究協力者	静岡県西部食肉衛生検査所	秋山真人

研究要旨

牛生体内の天然ホルモン（エストラジオール-17 β 、プロゲステロン、テストステロン）濃度は様々な要因により変動する。そのため牛から生産される食肉中のホルモン濃度もこれに連動して変化すると推察される。その要因として、ホルモン剤の使用の有無、牛の品種、雌雄、組織、部位、年齢、飼料、栄養源、性周期など多くの要因が挙げられる。ここでは今回、開発した RIA による測定法を用いて、我が国で消費されている牛肉中のホルモン濃度を測定することを目的として、国内品、輸入品を対象に試料を収集し、様々な要因を解析して測定し、得られた結果を文献調査結果と比較して考察した。なお、今年、JECFA (FAO/WHO) のコーデックス委員会において、天然ホルモンについて ADI (一日摂取許容量) が提案されており、この値と牛肉の摂取量からみた安全性について推定を試みた。その結果、牛肉中のホルモン濃度は牛の正常な生理的変動の範囲にあり通常の摂取量であれば問題ないレベルであった。すなわち、内分泌かく乱作用の面からも特に問題はないと結論した。

A. 研究目的

国内産及び外国産の牛肉中の天然型ホルモン（エストラジオール-17 β 、プロゲステロン、テストステロン）の濃度を測定し、食品としての内分泌かく乱作用を含めた食品の安全性を確認することを目的とした。

B. 研究方法

当初、国内産の牛肉については、ホルモン剤を使用している実態があると考えた。そのため、ホルモン剤使用牛と無使用の牛肉中のホルモンを比較し、その牛肉を食品としてとらえ、食の安全性を調査する計画をたてた。しかし、調査の結果、我が国ではエストラジオールとプロゲステロンの混合剤の販売が許可されているが、この数年前から、その販売実績が全くなく、ホルモ

ン剤使用の国産牛肉の入手が不可能であることが明らかとなった。

そのため、今回は国産牛肉については品種（和牛、ホルスタイン種）、雌雄（経産、未経産、去勢、未去勢）、年齢、部位、産地などの情報を収集し、牛肉中のホルモン濃度を調査し、解析することとした。一方、文献調査から、牛の組織中のホルモン濃度のデータを収集し、様々な要因を調査して比較することとした。その中で、これらは卵胞、黄体、男性の性ホルモンであるため、性周期などにより、各組織中の濃度は変動することが推定されたため、雌牛の場合には、牛肉に加え、卵巣を同時に採取し、その牛肉の屠殺時の性周期を特定することとし、その濃度相関を調査することとした。

一方、外国産（アメリカ産、オーストラ

リア産)の牛肉については情報が限られており、集められの情報の範囲で収集することとした。ホルモン濃度の測定結果は文献調査との比較、国別比較、国内産との比較などにより評価することとした。

1) 試料

国内産の牛肉として、下記の各検査所の協力で、国内産の試料を買い上げた。試料数は各20検体、合計60検体である。なお、買い上げの際、表. 1 に示した調査表にデータの記載をお願いし、さらに、買い上げた雌牛の牛肉と同一個体の卵巣について採取を依頼した。採取の依頼先は下記の3事業所である。集められた試料は冷凍庫に保存後、クール便(冷凍)で搬送、冷凍庫(-20℃)に保存し、分析を開始直前に、冷凍庫から取り出し、迅速に分析操作を実施した。

静岡県西部食肉衛生検査所

〒436- 静岡県掛川市金城 93
(TEL: 0537-24-0725)

東京都芝浦食肉衛生検査所

〒108-0075 東京都港区港南 2-7-19
(TEL:03-3472-5175)

北海道帯広保健所帯広食肉衛生検査所

〒080-2465 北海道帯広市西 25 条北 2-1
(TEL:0155-37-5168)

外国産牛肉として、合計40検体を調査することとした。なお、輸出国の輸出比率がアメリカ、オーストラリアとも比較的近いと見られるため、各20検体とした。買い上げの方法は、(株)ゼンチク(〒108-0075 東京都港区港南 2-5-7、TEL 03-3471-5150)に依頼し、実務的な業務は東京食肉検査センター(〒108-0075 東京都港区港南 2-5-7、TEL: 03-3471-5150)が担当した。試料は冷蔵(チルド)及び冷凍品で、クール便(冷凍)で

搬送、冷凍庫(-20℃)に保存し、国内品と同様に迅速に分析操作を実施した。

2) 測定法

「牛肉中のホルモンの分析法の開発」の項を参照のこと。分析法についての信頼度についても本項を参照のこと。なお、RIA測定は株式会社エスアールエル(本社:〒190-8567 東京都立川市曙町 2-41-19 安田火災立川ビル:TEL:042-526-711 代表)が実施し、測定の信頼性に関しては貴社の試験管理体制の中で実施された。

3) データの処理法

本測定法による測定結果では、エストロジオールの検出限界は1 ppt、プロゲステロンは0.04 ppb、テストステロンは10 pptであった。これらの検出限界以上を数値化した。

しかし、これらの検出限界以下のものの値にゼロを入力するとデータ処理ができないこと、そしてこれらホルモンは天然に存在するものである点などから、これらの検出限界以下の値には全て検出限界値の半値を入力し、データ処理を行った。

なお、脂肪含量は%で、ホルモン濃度は湿重量当たり(全重量当たり)の濃度である。脂肪重量当たりの濃度も全て算出したが、脂肪濃度とホルモン濃度の相関が一部の要因を除いて、明確にならなかったため、参考値として作成したにとどめた。測定データの処理はマイクロソフト・エクセルを用い、平均値、標準偏差、各項目間の相関係数を算出した。

4) 脂肪含有量の測定法

細切した牛肉試料 10.0 gを精密に秤量し、これに水 10mL、アセトン:ヘキサン(1:2) 80m Lを加えて、ホモジナイズした。遠心分離、アセトン・ヘキサン層を分

取した後、無水硫酸ナトリウムを用いたカラムにより脱水した。予め容器の重量を測定したナス型フラスコに得られた抽出液をとり、減圧下に濃縮乾固した。容器ごと重量を測定して、予め測定した容器重量を差し引くことにより脂肪重量を算出した。さらに、計算により濃度%とした。

2) 卵巣の性周期の判定

卵巣の試料の合計 20 検体は東京農工大学農学部小久江栄一教授及び同大学臨床繁殖講座田中助手が実施した。

C. 研究結果

1) 国内産牛肉のホルモン濃度

国内産牛肉、各 60 試料中の全重量当たりのホルモン（エストラジオール-17 β 、プロゲステロン、テストステロン）の測定結果を表 2 に示す。全検体のホルモンの濃度範囲及び平均濃度は表 4, 5 に示すように卵巣ホルモンのエストラジオール-17 β 濃度は 1 ppt > ~ 12.8 ppt、平均 1.15 \pm 1.87 ppt、黄体ホルモンのプロゲステロン濃度は 0.04 ppb > ~ 8.17 ppb、平均 3.19 \pm 5.80 ppb、男性ホルモンのテストステロン濃度は 10 ppt > ~ 952 ppt、平均 30.9 \pm 122.1 ppt であった。この中で、標準偏差値が示しているようにテストステロンは濃度にバラツキが大きい特徴があった。このようにホルモンの平均濃度はプロゲステロン > テストステロン > エストラジオールの順であった。すなわち、プロゲステロンは ppb 濃度であり、テストステロンは数十 ppt、エストラジオール-17 β は数 ppb 濃度であった。エストラジオール-17 β の検出限界は 1ppb であるが、44 検体/60 検体 (73.3%) が検出限界以下であった。また、テストステロンでは 32 検体/60 体 (53.3%) が、プロゲステロンでは 4 検体/60 検体 (6.6%) が検出限界以下であった。

今回の国産牛肉試料（モモ肉、頸肉、頭肉）の平均脂肪含有率は 7.69 \pm 10.11 % であった。

2) 品種によるホルモン濃度

国内産牛として、和牛の黒毛和種、乳牛のホルスタイン種、F 1 種（雑種）の他、多くの種類があるが、ここでは我が国では最も一般的である 2 種類、和牛（黒毛和種）、乳牛種のホルスタイン種の 2 種に限定して、調査した。

品種別のホルモン濃度を表 4 に示す。数値は各種ホルモンの濃度範囲、平均値、標準偏差を示している。

エストラジオール-17 β ではホルスタインが平均 0.87 \pm 0.76 ppt、和牛が 1.73 \pm 3.02 ppt、プロゲステロンではホルスタイン種が 2.62 \pm 4.17 ppb、和牛では 4.34 \pm 8.18 ppb、テストステロンではホルスタインが 16.6 \pm 18.1 ppt、和牛が 59.6 \pm 210.5ppt といずれも和牛の濃度はホルスタイン種の 2 倍以上高い値を示した。和牛のテストステロン濃度の標準偏差が大きく、バラツキがあることを示している。

品種別の脂肪含有量はホルスタインで 7.86 \pm 11.30 %、和牛で 7.32 \pm 7.41 % であり、若干ホルスタイン種で高かった。

3) 雌雄の違いによるホルモン濃度

同様に雌雄別によるホルモン濃度の比較を表 7 に示す。エストラジオール-17 β 濃度は雌牛で 1.51 \pm 2.41 ppt、雄牛で 0.80 \pm 1.01 ppt であり、プロゲステロン濃度は雌牛で 6.00 \pm 7.20 ppt、雄牛で 0.37 \pm 0.50 ppb であり、テストステロン濃度は雌牛で 22.7 \pm 20.2 ppt、雄牛で 39.0 \pm 172.5 ppt であった。この結果は女性ホルモンのエストラジオール-17 β 、プロゲステロンが雄牛に比べ雌牛で、エストラジオール-17 β 及びプロゲステロン濃度が高い

ことは当然の結果である。一方、男性ホルモンのテストステロン濃度は、同じ様に雌牛に比べ雄牛でテストステロン濃度が高かった。

さらに、雌（経産、未経産）、雄（去勢、未去勢）の情報に品種の要素を入れて、平均値を求めると、表7に示すように、雌、経産の和牛、ホルスタイン種のエストラジオール、テストステロン濃度はほぼ近い。和牛に高い濃度を示すのは未経産牛で、エストラジオールで高く、テストステロンで低い。同様に雄、去勢のホルスタイン種、和牛の各種ホルモン濃度もかなり近い。一方、未去勢和牛でテストステロン濃度が高い検体があり、これが和牛の平均テストステロン濃度を高いものとしている。

雌雄による濃度脂肪含有量は雌で 4.39 ± 4.54 、雄で 10.97 ± 12.83 と平均2倍以上、雄牛で高かった。

さらに、雌雄については、雌では、経産、未経産、雄では去勢、未去勢に分類して調査した。その結果を表8に示す。未経産、及び未去勢の検体が少ないため、バラツキが大きいことを念頭に置く必要がある。

すなわち、エストラジオール-17 β 濃度は経産牛で 1.02 ± 0.92 ppt、未経産牛で 3.45 ± 4.93 ppt であった。去勢では 0.63 ± 0.36 ppt であり、未去勢では 3.15 ± 3.75 ppt であった。プロゲステロン濃度は経産牛で 5.66 ± 7.47 ppb、未経産牛で 7.38 ± 6.43 ppb であった。去勢では 0.39 ± 0.52 ppb であり、未去勢では 0.20 ± 0.11 ppb であった。テストステロン濃度は経産牛で 24.5 ± 20.8 ppt、未経産牛で 15.9 ± 17.4 ppt であった。去勢では 7.7 ± 5.9 ppt であり、未去勢では 478.5 ± 669.6 ppt であった。

以上のように、例数が少ないため、結論づけることはできないが、経産、未経産、去勢、未去勢により、ホルモン濃度はかなり異なっている。特に去勢牛のテストステ

ロン濃度は低い、未去勢牛のテストステロン濃度が極めて高い。エストラジオール-17 β 濃度も未経産、未去勢牛で高い。

4) 部位、脂肪含量によるホルモン濃度

国産牛肉の部位別ホルモン濃度を表9に示す。エストラジオール-17 β 濃度はモモ肉で平均 0.87 ppt、頭肉 0.82 ppt、頸肉で 0.50 ppt であり、プロゲステロン濃度はモモ肉で平均 3.40 ppb、頭肉 2.54 ppb、頸肉で 4.93 ppb であり、テストステロン濃度はモモ肉で平均 43.90 ppt、頭肉 11.84 ppt、頸肉で 16.12 ppt であった。また、脂肪濃度はモモ肉で平均 10.23% 、頭肉で 3.40% 、頸肉で 6.94% であり、頭肉の含有量が低い。

なお、全試料について、各エストラジオール、プロゲステロン、テストステロン濃度の相互の相関について調べたが、いずれも相関のある値は得られなかった。同様に、脂肪濃度(%)と、エストラジオール-17 β 、プロゲステロン、テストステロン濃度の相関を求めたが、相関があるデータは得られなかった。

5) 牛（卵巣）の性周期と牛肉中のホルモン濃度

国産雌牛の牛肉と、同じ生体の卵巣を採取し、性周期を判定した。その結果を表3に示す。このデータを基に性周期とホルモン濃度の関係を調査した。なお、膿種様黄体の判定は黄体期に、卵胞膿種は卵胞期に分類した。卵巣の性周期と牛肉のホルモン濃度の関係を表8に示す。

エストラジオール-17 β 濃度は黄体期で 0.87 ± 0.67 ppt、卵胞期に 2.58 ± 4.10 ppt、卵胞期（排卵直前）に 0.68 ± 0.35 ppt であり、エストラジオール-17 β 濃度は卵胞期に高い値を示し、排卵直前には低下している。プロゲステロン濃度は黄体期に

7.40 ± 8.31 ppb、卵胞期に 4.31 ± 5.63 ppb、卵胞期（排卵直前）に 1.86 ± 2.67 ppb であり、黄体期でプロゲステロン濃度は高く、卵胞期に低下するが、さらに排卵直前にはさらには低下する。一方、テストステロン濃度は黄体期で 24.9 ± 22.5 ppt、卵胞期に 15.8 ± 14.4 ppt、卵胞期（排卵直前）に 10.0 ± 5.7 ppt で、プロゲステロン濃度に類似したパターンをとり、テストステロンとプロゲステロン濃度は図 1 のように、相関係数 R^2 0.445($y = -1.87x + 11.51$) でかなりの相関があった。また、脂肪濃度とプロゲステロン濃度との間に、相関係数 R^2 0.237($y = 0.77x + 2.62$) で、低い相関があった。

6) 外国産牛肉のホルモン濃度

外国産牛肉 40 検体のホルモン濃度を表 10 に示す。表に示すように英名による原料名、ブランド名、工場 No.、解体日などが情報としてわかるのみで、国内で収集した牛肉の情報には遠く及ばない。試料の輸出国はオーストラリア及びアメリカで試料数はそれぞれ 20 である。エストラジオール-17 β 濃度はオーストラリア産で 3.11 ± 2.68 ppt、アメリカ産で 3.56 ± 3.03 ppt であり、プロゲステロン濃度はオーストラリア産で 0.55 ± 0.60 ppb、アメリカ産で 0.50 ± 0.40 ppb であった。テストステロン濃度はオーストラリア産で 8.51 ± 8.71 ppt、アメリカ産で 9.05 ± 16.41 ppt であった。このように、両国によるいずれのホルモン濃度も近似している。

一方、平均脂肪濃度はオーストラリア産が 7.36 ± 4.56 %、アメリカ産は 12.31 ± 6.88 % であり、アメリカ産の方が 2 倍近く高濃度であった。

7) 国内、外国産牛肉のホルモン濃度比較

国内産牛肉と外国産牛肉中のホルモン濃度は表 6、表 10 中に示されている。すな

わち、エストラジオール-17 β 濃度は国内産（計 60 検体）1.15 ± 1.87 ppt、外国産（計 40 検体）3.33 ± 2.83 ppt であり、プロゲステロン濃度は国内産 3.19 ± 5.80 ppb、外国産 0.52 ± 0.520 ppb であり、テストステロン濃度は国内産 30.9 ± 122.1 ppt、外国産 8.78 ± 12.97 ppt であった。

この値からは国内産はプロゲステロン及びテストステロン濃度が高く、外国産はエストラジオール-17 β 濃度が高い。

一方、牛肉中の脂肪濃度（%）は国内産 7.68 ± 10.11%、外国産 9.83 ± 6.29% であった。

D. 考察

1) 国内産牛肉のホルモン濃度

国内産牛肉のエストラジオール-17 β 濃度は最高 12.8 ppt、平均 1.15 ppt、であり、検出限界(1ppb)以下の検体は、73.3%であった。この濃度は文献調査 1) の未経産牛、筋肉 7.1 ± 3.38 ppt、繁殖用雄牛 6.3 ± 2.08 ppt のバックグラウンド値より、かなり低く、最高値も妊娠牛の値、13.3 ~ 32.7 pp よりも低く、生理的な正常の範囲と推定される。同様に黄体ホルモンのプロゲステロン濃度は最高 8.17 ppb、平均 3.19 ppb であり、文献調査の値、妊娠未経産牛、去勢牛、肉用雄小牛でそれぞれ 10.1, 0.27, 0.90 ppb であり、やはり正常な範囲と言える。

男性ホルモンのテストステロン濃度は最高 952 ppt、平均 30.9 ppt であった。なお、テストステロンでは 32 検体/60 体(53.3%) が検出限界以下であった。最高の 952 ppt を示した検体は雄の未去勢牛であり、文献調査 1) による雄種牛 535 ± 525 ppt の生理的な濃度範囲に入るものである。

和牛、ホルスタイン種という品種による 3 種のホルモン濃度に平均値では和牛で高い傾向であったが、雌雄、経産、去勢など

に分類した表 7 の結果では殆ど差がない。このようにホルモン濃度は生理的な影響が大きいと推測される。

部位、脂肪含量によるホルモン濃度には特に有意な点は認められない。しかし、雌に限定した検体でプロゲステロン濃度と脂肪含量の間に低い相関が得られた。プロゲステロン濃度は測定結果で示したように性周期の黄体期に高い傾向があり、このように要因を限定することにより、より高い相関が認められる可能性がある。また、文献でも未経産牛、早期去勢牛、肉用雄小牛の筋肉中と、脂肪組織中でプロゲステロン濃度は高まる傾向がみられる。一方、文献調査ではテストステロンは腎臓組織中で高く、脂肪組織中の濃度との相関はないようだ。

2) 牛（卵巣）の性周期と牛肉中のホルモン濃度

3 種のホルモンは性ホルモンであるため、性周期の影響を強く受けると考えられる。牛の尿、乳中のホルモン濃度は性周期により変動することは既に明らかにされており、黄体期にプロゲステロン濃度が上昇し、卵胞期にはエストラジオール濃度は二峰性のピークを示す。しかし、食肉中での変化は余り明確になっていない。

今回の食肉中の性周期による変化では表 8 及び結果で述べたようにプロゲステロン濃度は黄体期に高く、特に卵胞期の排卵直後で低い。また、エストラジオール濃度は卵胞期に高く、これらのことは尿、乳中の濃度変化に連動しているように思える。テストステロン濃度は黄体期に高く、プロゲステロン濃度と同調して、エストラジオール濃度に反比例しているようだ。これらの変化はいずれも性的な生理作用によると推測される。

3) 輸入牛肉中のホルモン濃度

輸入牛肉中のホルモン濃度は国産の牛肉と同様に文献調査の結果と比較して高い値とは言えない。しかし、アメリカ、オーストラリアとも肥育牛等にホルモン剤の使用が許可されている国である。合成型のゼラノール、トレンボロン、メレンゲストロールアセテートなどに、天然型の安息香酸エストラジオール、エストラジオール、プロゲステロン、テストステロンが耳根部への埋込法で使用されている。今回の調査では平均値及び最高値とも異常な値はなかった。適切な使用法のためか、天然型は代謝速度が速いため問題とならないことか不明である。合成のゼラノール、トレンボロンなどについては東京都の調査において、毎年調査を実施しているが特に問題となる値は得られていない。

4) 国内、外国産牛肉のホルモン濃度比較

結果に記載したようにこの値からは国内産はプロゲステロン及びテストステロン濃度が高く、外国産はエストラジオール-17 β 濃度が高い傾向にある。

品種別の脂肪含有量はホルスタインで 7.86 \pm 11.30 %、和牛で 7.32 \pm 7.41 %で平均 7.68%、オーストラリア産が 7.36、アメリカ産は 12.31%（外国産 9.83 \pm 6.29%）で、外国産、特にアメリカ産で高い。アメリカ産はフィードロット飼育が主流であり、オーストラリア産は牧草飼育が主流であり、飼料によるものか、試料の購入法か、その理由は不明である。

5) 第 52 回 JECFA 答申 A D I と牛肉中ホルモン濃度との比較

本年度（1999.2）ローマで開催された FAO/WHO による第 52 回 JECFA の会議において、天然ホルモンについては第 32 回 JECFA の評価から歳月を経ており、新た

な科学的な情報蓄積があったとして再評価された。その中で、表 13 に示すように ADI が提案されている。ADI (Acceptable Daily Intake: 1 日摂取許容量) は NOEL (No Observed Effect Level: 無作用量) に SF (Safety Factor: 安全係数) の 100 をかけて算出されている。一方、MRLs (Maximum Residue Limits: 最大残留濃度) は牛へのホルモン剤の投与により、各種組織への残留濃度は生理的な変動値を大きく上回ることではなく、残留中央値から理論的 maximum 一日摂取許容量を算出すると ADI 値の最大 2% に達しないことから、MRLs を設定する必要はないこととなっている。ただし、エストラジオール-17 β の総摂取量は TMDI などから計算された「過剰摂取量」を越えないよう考慮すべきことが勧告された。

ところで、全国食品群栄養素等摂取量によると、一人当たり、肉類として 82.3g、牛肉として、24.6g である。表 13 に示したようにエストラジオールの ADI は 0 - 50 ng/kg/day、プロゲステロンの ADI は 0 - 30 μ g/kg/day、テストステロンの ADI は 0 - 2 μ g/kg/day で、日本人平均体重 50kg を加算すると、それぞれ、エストラジオールで 2,500 ng/day、プロゲステロン 1,500 μ g/day、テストステロン 100 μ g/day となる。

一方、国産牛肉の平均、エストラジオールは 1.15 ppt であり、最高 12.8 ppt であり、この最高濃度の牛肉を上記の肉類の摂取量で食したとすると、1.053ng/2,500ng/day で 0.042% (平均 0.004%) に相当する。同様にプロゲステロンは最高 2.963 μ g/1,500 μ g/day で 0.20% (平均 0.018%) に相当し、テストステロンは最高 278.35ng/100 μ g/day で 0.08% (平均 0.025%) に相当する。

輸入牛肉についてもエストラジオールは 0.823ng/2,500 ng/day であり、0.033% (平

均 0.01%) に相当するが、プロゲステロン、テストステロン濃度と同様に最高及び平均は国産のものより低い。

以上のようにいずれの値も、ADI を参考とした場合、今回の測定結果は極めて低い値であり、特に問題のあるレベルとはいえない。とくに、この ADI は無作用量 (NOEL) に安全係数の 100-1,000 倍を加算して算出されており、NOEL は内分泌かく乱作用を含めた作用が現れない量である。

文献検索の値と比較しても今回の国内及び輸入牛肉中のホルモン濃度結果はいずれも生理的な変動の範囲と推定されることから、食品の安全衛生上、特に問題はないと考えられる。

なお、国内産と輸入牛肉中のホルモン濃度に若干の差異があるように思える。国内産は外国産に比較して、プロゲステロン、テストステロン濃度が高く、外国産はエストラジオール濃度が高い。この原因は明確ではないが、試料の採取法などにより、影響を受ける可能性もある。また、輸入食肉に使用されているホルモン剤使用のためか、現在のところ推論の域をでていない。

E. 結論

本調査で得られたホルモン濃度は最高値及び平均値ともこれまでの文献調査から報告されている天然濃度範囲と推定され、さらに第 52 回の FAO/WHO (JECFA) 合同専門家会議のコーデックス委員会での ADI で示された、エストラジオール、プロゲステロン、テストステロン濃度から算定しても、この牛肉中のホルモン濃度は特に問題はない。すなわち、この FAO/WHO の JECFA で示された ADI 値には、内分泌かく乱作用を含めた無作用量 (NOEL) 及び最少無作用量 (LOEL) より決められた濃度であり、今回の測定結果からは内分泌かく乱作用は問題とならない。

F. 文献

- 1) 小久江栄一：本調査報告書（文献調査の部）（1999.3）
- 2) 橋本常生：本調査報告書（分析法の開発の部）（1999.3）
- 3) 第 52 回 FAO/WHO 合同食品添加物専門家会議(残留動薬)資料：11.Feb.1999

G. 謝辞

本調査研究は採取及び測定に関しては東京都立衛生研究所及び静岡県西部食肉衛生検査所が主に担当した。

さらに試料の収集において外国産牛肉はゼンチク（株式会社）及び系列会社の東京食肉安全検査センターが、国内産牛肉試料については静岡県西部食肉衛生検査所、芝浦食肉衛生検査所、北海道帯広食肉衛生検査所の協力を得て可能となりました。特に牛肉及び卵巣の収集に当たられた方々には大変な作業となりました。ここに関係各位に深く謝辞を表します。