

器においても、異常は認められなかった。

(2) 発生毒性試験 (マウス) (参照 8)

ICR マウス (12 週齢、投与群・9 匹/群、対照群・17 匹/群) の妊娠マウス (妊娠 7~14 日) にタウリンを経口投与 (0、4,000 mg/kg 体重/日) し、発生毒性が検討された。

両群母動物の体重増加に違いは認められず、剖検でも異常な臓器はみられなかった。

胎児については、投与群と対照群の間で同腹子の着床数、生存平均胎児数及びその体重に差は認められなかった。両群のすべての胎児で内臓及び骨格奇形はみられなかった。

(3) 発生毒性試験 (ラット) (参照 9)

Wistar 系ラットを用いて妊娠 7~17 日 (器官形成期) にタウリンの経口投与 (0、300、1,000、3,000 mg/kg 体重/日) 試験が実施され、母動物及びその児に及ぼす影響について検討された。

母動物については、一般症状、体重、摂餌量、摂水量、妊娠維持、分娩、哺育にタウリン投与の影響は認められなかった。

胎児については、各投与群の着床数、死胚胎児数、生存胎児数、性比の各値はいずれも対照群と有意差は認められず、外形異常も全く認められなかったが、300 及び 1,000 mg/kg 体重/日投与群の雌胎児体重に減少が認められた。変異骨の出現度あるいは化骨進行度にタウリン投与の明確な影響は認められなかった。

児の観察では、いずれの投与群の出産児数、生存、性比及び外形においても異常は認められず、発育期間中の一般症状、行動、学習能力、生殖能力等に関しても正常であった。

胎児体重の減少については、用量依存的ではなく、タウリン投与に起因したものではないと考えられた。

6. 遺伝毒性試験 (参照 10)

遺伝毒性に関する試験結果を表 2 にまとめた。

表 2 *in vitro* 試験

試験	対象	投与量	結果
染色体異常試験	CHO 細胞	$3 \times 10^{-3}M$ (16+22hr)	陰性
姉妹染色分体交換試験	CHO 細胞	$3 \times 10^{-3}M$ (26hr)	陰性

in vitro 試験の結果、CHO 細胞において、タウリンは染色体異常及び姉妹

染色分体交換を誘発せず、分裂指数、増殖指数にも影響を与えなかった。

以上より、タウリンは問題となるような遺伝毒性を示さないと考えられた。

7. その他の試験

(1) 飼養試験（鶏）（参照 11）

鶏（99日齢、50羽/区、2反復）を用いたタウリンの混餌投与（基礎飼料に無添加、0.1、0.5%添加、不断給餌）による14日間の飼養試験が実施された。

大腿部筋肉のタウリン含有量は、無添加区 0.541 mg/g 湿重、0.1%添加区 0.941 mg/g 湿重、0.5%添加区 0.905 mg/g 湿重であり、無添加区と各添加区との間に有意差が認められたが、添加量に伴った含有量の増加は見られなかった。

(2) 飼養試験（ウナギ）（参照 12）

ウナギ稚魚（平均魚体重 9g、20尾/区）を用いたタウリンの混餌投与（基礎飼料（タウリン 0.2%を含む）に無添加、1.0%添加、1日2回飽食給餌）による4週間の飼養試験が実施された（表 3）。

統計的有意差はなかったものの、対照区と比較して、タウリン添加区の増重率は高かった。魚体及び組織中のタウリン含有量はわずかだがタウリン添加区ですべて上回っており、タウリンの添加により、魚体及び組織にタウリンがより蓄積すると考えられた。

表 3 ウナギにおける魚体及び組織中のタウリン含有量（mg/g 湿重）

	肝臓	腎臓	筋肉	魚体
無添加区	1.7	1.3	0.6	0.8
1.0%添加区	1.9	1.4	0.7	0.9

シラスウナギ（魚体重 0.8~0.85g、35尾/区）を用いたタウリンの混餌投与（基礎飼料に無添加、0.33、0.66、1.0、1.5、2.0%添加、1日2回給餌（土・日曜日のみ1日1回給餌））による4週間の飼養試験が実施された。

添加区の増重率は対照区よりやや高く、2.0%添加区の増重率は有意に高かった。対照区の魚体中タウリン含有量は 1.16 mg/g 湿重で最も低く、試験開始前の約 1.3 mg/g 湿重を下回り、魚体からタウリンを損失していた。0.33%添加区の魚体中タウリン含有量は約 1.5 mg/g 湿重で試験開始前を若干上回り、少量のタウリン添加でもタウリンが魚体に蓄積されることが示された。1.5及び2.0%添加区の魚体中タウリン含有量は約 1.7 mg/g 湿重で最も多くなり、飽和に達したと考えられた。

(3) 飼養試験（ヒラメ）（参照 13）

ヒラメ稚魚（平均魚体重 0.15g、50 尾/区）を用いたタウリンの混餌投与（0.377（魚粉対照区）、1.596、2.448、2.616、4.871%、1 日 3 回飽食給餌）による 5 週間の飼養試験が実施された。

すべてのタウリン添加区は対照区と比較し、増重率、飼料効率及びタンパク効率が高かった。また、飼料中タウリン濃度 2.0%前後で魚体中タウリン含有量がほぼ最大値（約 20 mg/g 乾物重）となり飽和に達した。

したがって、この時期のヒラメ稚魚のタウリン要求量は飼料中タウリン濃度 1.5～2.0%の範囲にあり、通常の魚粉飼料に含まれるタウリンのみではヒラメ稚魚のタウリン要求量を満たさないものと考えられた。また、飼料中タウリン濃度を 1.5～2.0%以上に増加させても、魚体中のタウリン含有量はある一定レベルで飽和に達すると考えられた。

(4) 飼養試験（マダイ）（参照 14）

マダイ稚魚（平均体重 2.5g、60 尾/区）を用いたタウリンの混餌投与（無魚粉配合飼料に無添加、0.5、1.0、2.0%添加、1 日 3 回飽食給餌）による 6 週間の飼養試験が実施された（表 4）。

タウリン添加区の飼育成績は、タウリンの添加量に関わらず、無添加区と比較して有意に改善した。また、本試験におけるタウリン添加量においては、飼料中のタウリン含有量の増加に伴い、魚体中のタウリン含有量は増加した。

表 4 マダイにおける飼養試験（6 週間）結果

	無添加区	0.5%添加区	1.0%添加区	2.0%添加区
飼料中タウリン含有量 (mg/g)	0.053	4.220	9.934	15.984
へい死率 (%)	1.7	1.7	0.0	0.0
魚体中タウリン含有量 (mg/g 乾物重)	0.743	4.132	8.942	15.844

(5) 飼養試験（ブリ①）（参照 15）

ブリ稚魚（0 歳魚、平均魚体重 240g、95 尾/区）を用いたタウリンの混餌投与（魚粉配合対照、無魚粉・タウリン無添加、無魚粉・タウリン 0.13% 添加、無魚粉・タウリン 3.0% 添加、1 週間に 5 日、1 日 1 回飽食給餌）による 286 日間の飼養試験が実施され、飼料における魚粉配合とタウリンの添加効果について検討された（表 5）。

無添加区は、他の3区と比較して飼育成績が悪く、無魚粉飼料へのタウリンの添加効果を示され、3.0%添加区は対照区よりも飼育成績がやや優れる傾向にあった。また、肝臓中のタウリン含有量は、飼料中のタウリン含有量が対照区と比較して3.0%添加区で約5倍に増加するものの、両区における最終的な肝臓中のタウリン含有量は約6.0 mg/g 湿重とほぼ同等であった。

表5 ブリにおける飼養試験（286日間）結果

	対照区	無添加区	0.13%添加区	3.0%添加区
試験飼料のタンパク質源	魚粉53%配合	濃縮大豆タンパク質58%配合	濃縮大豆タンパク質58%配合	濃縮大豆タンパク質58%配合
タウリン添加量	無	無	0.13%添加	3.0%添加
飼料中タウリン含有量 (mg/g)	4.1	0.8	2.6	21.7
へい死率 (%)	7.4	66.3	2.1	1.1
肝臓中タウリン含有量 (mg/g 湿重)	(6.0)	(0.5)	(2.5)	(6.0)

※ 括弧付きデータは文献の図から読み取って再計算した推定値

(6) 飼養試験（ブリ②）（参照16）

ブリ稚魚（平均魚体重250g、60尾/区）を用いたタウリンの混餌投与（無添加、3.0、4.5、6.0%添加、1週間に5日、1日1回飽食給餌）による40週間の飼養試験が実施され、無魚粉飼料（タンパク質源として濃縮大豆タンパク質）におけるタウリンの添加効果について検討された（表6）。

無添加区は、飼育21週間後において、増重率が18.2%、へい死率が55.0%となり、他のタウリン添加区と比較して成長や飼育成績が著しく劣ったため、試験が中止された。タウリン添加区は順調な生育を示し、4.5%及び6.0%添加区の平均体重は3.0%添加区より有意に多かった。タウリン添加区における肝臓中のタウリン含有量は、試験開始時点の4.18±0.52 mg/g 湿重から増加したが、飼育21及び40週間後時点におけるレベルに大きな違いはなかった。また、飼料中のタウリン含有量の増加による肝臓中のタウリン含有量の顕著な増加は認められなかった。

表 6 ブリにおける飼養試験（40 週間）結果

	無添加区	3.0%添加区	4.5%添加区	6.0%添加区
飼料中タウリン含有量 (mg/g)	0.03	33.9	52.8	71.6
へい死率 (%)	55.0 ^{*1}	8.3	6.7	0.0
肝臓中タウリン含有量 (mg/g 湿重)	0.08±0.04 ^{*1}	(7.48±1.65) ^{*2} 11.4±1.00	(12.1±1.01) ^{*2} 9.92±1.01	(13.1±2.37) ^{*2} 12.5±1.80

※1 無添加区は飼育成績が著しく劣り、飼育 21 週間で試験が中止されたため、無添加区のみ飼育 21 週間後時点でのデータ

※2 飼育 21 週間後時点でのデータ

8. その他の知見

(1) 食肉中のタウリン含有量について（参照 17）

牛肉、豚肉及び鶏肉におけるタウリン含有量が比較されており（表 7）、3 種類の食肉の中では、鶏肉で多い傾向にあった。

表 7 食肉中のタウリン含有量について (mg/g 湿重)

	最大値	最小値	平均値	検体数 (点)
牛肉	1.26	0.142	0.481	27
豚肉	1.38	0.0643	0.314	49
鶏肉	3.68	0.698	2.03	48

(2) 魚類組織中のタウリン含有量について（参照 18）

赤身魚類（ハマチ、マサバ）と白身魚類（マダイ、マダラ、コイ、ナマズ）の各組織におけるタウリン含有量が比較されている（表 8）。

白身魚類では、脾臓（4.13～5.91 mg/g 湿重）に多く含まれ（ナマズを除く）、心臓には 2.36～5.90 mg/g 湿重、肝臓には 1.32～3.39 mg/g 湿重含まれていた。赤身魚類では、血合肉（9.73～10.4 mg/g 湿重）に多く含まれ、心臓には 8.19～9.52 mg/g 湿重、肝臓には 4.98～6.20 mg/g 湿重含まれていた。各魚種においてタウリンは可食部である普通肉より血合肉に多く含まれ、赤身魚類でより顕著であった。

表 8 魚類の血合肉及び普通肉におけるタウリン含有量 (mg/g 湿重)

	血合肉	普通肉
赤身魚類（ハマチ、マサバ）	9.73～10.4	0.11～0.26
白身魚類（マダイ、マダラ、コイ、ナマズ）	2.29～3.79	0.77～1.66

(3) 主要魚種組織中のタウリン含有量について (参照 19)

1984年から4年間にわたり、日本周辺海域における主要魚種(マサバ、マイワシ、カタクチイワシ、サケ及びスケトウダラ)のタウリン含有量が調べられている(表9)。

可食部の普通肉におけるタウリンは、マアジ、マイワシ及びスケトウダラに多く含まれており、血合肉にはどの魚種においても豊富に含有されていた。

表9 主要魚種の血合肉、普通肉及び皮におけるタウリン含有量(mg/g 湿重)

	血合肉	普通肉	皮
マサバ	4.550±1.854	0.576±0.297	1.396±0.615
マアジ	4.823±2.031	1.389±0.668	1.623±0.649
マイワシ	4.136±1.732	1.144±0.625	1.473±0.813
カタクチイワシ	(普通肉に含む)	1.498±0.460	(普通肉に含む)
サケ	3.568±1.734	0.373±0.245	1.414±1.104
スケトウダラ	—	1.217±0.250	1.178±0.528

(4) 魚介類のタウリン含有量について (参照 20)

比較的消費量が多い魚介類10種の組織中及び様々な魚介類の可食部中のタウリン含有量が調べられている。

全体的に、血合肉は普通肉と比較してタウリン含有量が多い傾向にあった。また、マガレイやスケトウダラの普通肉におけるタウリン含有量は、クロマグロやマサバ等よりも多く約1.0 mg/g 湿重であった(表10)。

臓器へのタウリン分布は魚種により若干異なっていたが、全体的に、心臓や脾臓に多い傾向にあった(表11)。

筋肉組織中のタウリン含有量は魚種により様々であったが、アカウオ(3.56 mg/g 湿重)、キレンコダイ(3.47 mg/g 湿重)、メヌケ(3.15 mg/g 湿重)及びシマメヌケ(3.02 mg/g 湿重)に多かった。その他の魚介類では、トコブシ(12.5 mg/g 湿重)、サザエ(9.45 mg/g 湿重)に多かった(表12)。

表 10 主要魚種の筋肉組織におけるタウリン含有量 (mg/g 湿重)

	背肉	腹肉	血合肉	その他
クロマグロ	0.61	—	9.54	中トロ：0.32 大トロ：0.29
マサバ	0.24	0.44	2.93	—
シロザケ	0.20	0.35	—	—
マガレイ	1.34	1.05	—	—
スケトウダラ	0.93	1.04	2.41	—
ニジマス	0.14	0.12	1.89	—

表 11 主要魚種の主な臓器組織におけるタウリン含有量 (mg/g 湿重)

	心臓	肝臓	脾臓	腎臓
クロマグロ	6.58	1.78	—	—
マサバ	5.79	1.43	—	0.97
シロザケ	2.20	0.41	1.68	0.80
マガレイ	3.26	1.86	7.06	0.98
スケトウダラ	3.63	1.79	2.14	4.20
ニジマス	4.52	1.60	2.89	1.86

表 12 魚介類の筋肉組織におけるタウリン含有量 (mg/g 湿重)

魚種	含有量	魚種	含有量	魚種	含有量
アジ①	1.09	アジ②	2.06	アカウオ①	3.56
アカウオ②	1.09	アカメダイ	0.36	アオメヌケ	0.78
アイナメ	0.24	アサバガレイ	2.29	アブラガレイ	0.28
カツオ	1.67	カラスガレイ	1.57	キンメヌケ	1.51
ギンメヌケ	0.85	キンキン	1.20	ギンダラ	0.40
キガレイ	2.10	キレンコダイ	3.47	クロメヌケ	1.15
コガネガレイ	1.20	サクラダイ	0.95	シシャモ	0.65
シマメヌケ	3.02	シロガレイ	1.70	シモンガレイ	1.35
タチウオ	0.38	チコダラ	1.20	ニシン	1.06
ベニダラ	0.60	ホッケ	2.16	マダラ	1.35
マダイ	2.30	メヌケ	3.15	アカイカ	1.60
ヤリイカ	3.42	マダコ	5.93	アカガイ	4.72
アサリ	2.11	サザエ	9.45	ツブ	4.14
トコブシ	12.5	ホタテガイ	1.16	ホッキガイ	5.96
ミルガイ	6.38	クルマエビ	1.99	ズワイガニ	4.50

(1) から (4) の結果より、タウリンは魚体内に多く含まれており、魚類を長年にわたり常食する我が国の食習慣において、タウリンはかなり摂取量の高い物質であると考えられる。

Ⅲ. 食品健康影響評価

静脈内投与による急性毒性試験及び亜急性毒性試験において、タウリンによる重篤な毒性影響は認められなかった。混餌あるいは経口投与による慢性毒性試験、生殖発生毒性試験においても、同様に重篤な毒性影響は認められなかった。また、遺伝毒性試験は陰性であった。

さらに、飼養試験から、魚体中タウリン含有量は、魚種のタウリン要求量の違いにより異なるが、ある一定レベルで飽和に達すると考えられ、飼料添加物由来のタウリンが魚類の可食部等に飽和量以上蓄積する可能性は非常に低いと考えられた。また、魚体中タウリン含有量を飽和状態としたタウリン含有量を含む飼料により魚類を飼養した場合であっても、過剰障害は認められなかった。

一方、国内において、タウリンはヒト用医薬品、医薬部外品を含むドリンク剤の主成分及び食品の既存添加物として使用されているほか、EUまたは米国などの諸外国においても、食品添加物として使用が認められており、安全性に特段の問題があるとは考えられない。また、魚粉等の配合によりタウリンを補った飼料で養殖された魚類や、天然の魚介類を常食する長年の食習慣においても、タウリンによる弊害は認められていない。

以上のことから、タウリンが飼料添加物として適切に使用される限りにおいては、食品を介してヒトの健康に影響を与える可能性は無視できるものと考えられる。

< 参照 >

- 1 DSM ニュートリションジャパン株式会社, タウリンについての試験成績等の抄録
- 2 Oscar W Portman, George V Mann: The disposition of taurine-³⁵S and taurocholate-³⁵S in the rat: dietary influences. *J. Biol. Chem.* 1955 ; 213 : 733-743
- 3 Minato A, Hirose S, Ogiso T, Uda K, Takigawa Y, Fujihira E : Distribution of radioactivity after administration of taurine-³⁵S in rats. *Chem. Pharm. Bull.* 1969 ; 17 : 1498-1504
- 4 西澤嘉人, 山室博之, 菊森幹人, 戸田隆雄, 荒木宏昌 : タウリンのイヌにおける静脈内単回投与毒性試験。薬理と治療, 1991 ; 19 : 2677-2682
- 5 古川茂典, 甲藤雅彦, 神山八郎, 西田伊久男, 菊森幹人, 谷口雄三, 他 : タウリンのラットにおける 13 週間反復静脈内投与毒性試験および 5 週間回復試験。薬理と治療, 1991 ; 19 : 2683-2714
- 6 西澤嘉人, 山室博之, 西田伊久男, 菊森幹人, 谷口雄三, 戸田隆雄, 他 : タウリンのイヌにおける 13 週間反復静脈内投与毒性試験および 5 週間回復試験。薬理と治療, 1991 ; 19 : 2715-2741
- 7 Takahashi H, Mori T, Fujihira E, Nakazawa M : Long-Term Feeding of Taurine in Rats. *PHARMACOMETRICS* 1972 ; 6(3) : 529-534
- 8 Takahashi H, Kaneda S, Fukuda K, Fujihira E, Nakazawa M : Studies on the Teratology and Three Generation Reproduction of Taurine in Mice. *PHARMACOMETRICS* 1972 ; 6(3) : 535-540
- 9 山田隆, 野苺家俊明, 中根貞雄, 笹島道忠 : タウリンの生殖試験ーラットの器官形成期投与試験ー。基礎と臨床, 1981 ; 15 : 4229-4240
- 10 R Cozzi, R Ricordy, F Bartolini, L Ramadori, P Perticone, R De Salvia : Taurine and Ellagic Acid: Two Differently-Acting Natural Antioxidants. *Environmental and Molecular Mutagenesis* 1995 ; 26 : 248-254
- 11 龍田健, 藤中邦則, 富永勝 : ビタミン E 及びタウリンの飼料添加が「ひょうご味どり」の肉中のビタミン E 及びタウリン含量に及ぼす影響。兵庫県農業技術センター研究報告 [畜産編], 1997 ; 33 : 7-10
- 12 Sakaguchi M, Murata M, Daikoku T, Arai S : Effects of Dietary Taurine on Whole Body and Tissue Taurine Levels of Guppy and Eel. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1988 ; 54(9) : 1647-1652
- 13 林光植, 竹内俊郎, 青梅忠久, 横山雅仁 : 飼料中のタウリンがヒラメ稚魚の成長及び魚体内のタウリン濃度に及ぼす影響。日本水産学会誌 2001 ; 67(2) : 238-243
- 14 Matsunari H, Furuita H, Yamamoto T, Kim Shin-Kwon, Sakakura

- Y, Takeuchi T : Effect of dietary taurine and cystine on growth performance of juvenile red sea bream *Pagrus major*. *Aquaculture* 2008 ; 274 : 142-147
- 15 魚類養殖対策調査事業報告書〔高品質配合飼料開発試験〕(平成 12 年度水産庁委託事業) : p111-119
 - 16 Takagi S, Murata H, Goto T, Hayashi M, Hatate H, Endo M, et al. : Hemolytic suppression roles of taurine in yellowtail *Seriola quinqueradiata* fed non-fishmeal diet based on soybean protein. *FISHERIES SCIENCE* 2006 ; 72 : 546-555
 - 17 近藤君夫 (長野県工業技術総合センター食品技術部門) : 長野県産の食肉の遊離アミノ酸
 - 18 養殖魚の品質・栄養価・安全性に関する食品化学的研究 (昭和 57・58・59 年度文部省科学研究費補助金 (一般研究 A) 研究成果報告書)
 - 19 佐藤守 : 3. 遊離アミノ酸。竹内昌昭編, 魚肉の栄養成分とその利用, 恒星社厚生閣, 1990 ; 44-54
 - 20 小沢昭夫, 青木滋, 鈴木香那子, 杉本昌明, 藤田孝夫, 辻啓介 : 魚介類のタウリン含量。日本栄養・食糧学会誌 1984 ; 37 : 561-567