

日常食品中のコレステロールと脂肪酸の一日摂取量

あらまし

昭和57年度から厚生省の援助を得て、全国の地方衛生研究所が相互に連携をとり、食品中の各種栄養成分と健康との関連について調査研究を継続している。

無機質（ミネラル）については、既に当技術情報（Vol.8、No.4、'84）で提供しているが、昭和59年度に行われた日常食品中のコレステロール含量と各種脂肪酸の一日摂取量調査について概要を紹介する。

国民栄養調査を基礎資料として厚生省が公表しているわが国の脂肪摂取量は、表-1にみるように年を追って増加の傾向を示し、10年後には脂肪エネルギー比率は30%を超えることが予想されている。

現状の推移からすれば、成人病対策に多くの問題を抱える欧米諸国の脂肪エネルギー比率の水準（40%以上）に近づく可能性も予測されている。

脂肪の長期過剰摂取が種々の退行性障害を誘発することは既に多くの報告があり、例えば、虚血性心疾患の発生が飽和脂肪酸の過剰と高い相関を示すことが、疫学及び病理学の両面から解明されている。

また、多価不飽和脂肪酸（植物油中のリノール

酸、リノレン酸、魚油中のアラキドン酸、エイコサペンタエン酸、ドコサヘキサエン酸等）が、血清コレステロール濃度の上昇を抑制する機能のあることも知られ、これらが高脂血症の改善、血栓症の予防にも効果をあらわすことが、臨床面でも疫学面でも認められている。

一方、発ガンとの関係では、生物実験と疫学調査の両分野での研究から、脂肪摂取の増加がある特定の部位、とくに乳ガンや前立腺ガン、結腸ガンの発生に関係の深いことを示唆し、糖尿病の発生頻度とも相関のあることを警告している。

このようなことから、中高年層における脂肪摂取率は20~25%が適当と考えられ、また質的には不飽和脂肪酸(U)と、飽和脂肪酸(S)とのバランス、即ちU/S比は2.0を目標値とし、少くとも1.0より低下しないよう注意を喚起している。

しかしながら、これらの基礎データとなる一日脂肪摂取量は、国民栄養調査の資料をもとに食品成分表から換算して求められているのが現状であり、実態についての調査は、大学等で行われた小グループにおける報告例が見られるのにすぎない。

このような背景のもとに実施された今回の全国的な調査は、栄養指導上極めて有効なデータを提供したのであるが、さらに栄養成分の面から健康

表-1 脂肪摂取の年次変化

調査年月	昭和35年 (年平均)	40年 (5月)	45年 (5月)	50年 (11月)	55年 (11月)	57年 (11月)
脂肪摂取量(g)	24.7	36.0	46.5	51.8	55.6	58.0
動物性(g)*1	5.6	11.1	17.6	22.0	20.4	22.6
植物性(g)*2	19.1	24.9	28.9	29.8	35.2	35.4
動物性/植物性	0.29	0.45	0.61	0.74	0.58	0.64
脂肪エネルギー比率(%)	10.6	14.8	18.9	22.3	23.6	24.4

*1 魚類脂肪を除く。*2 魚類脂肪を含む。

資料) 厚生省・国民栄養調査成績(昭和50年以降の摂取量は、四訂日本食品標準成分表により計算されている。)

を保持育成しようとする今後の公衆衛生の動向の一端を示すものとして受けとめられる。

1 調査方法

北海道から九州まで全国を6地区に分け、50か所の衛生研究所が参加して、WHO等が実施しているマーケットバスケット方式により調査が行われた。

脂肪性食品を主体にして全食品を7群に分類(表-2)、調理を要するものは調理を行ったのち試料調製し、それぞれ各群について、水分量、総脂肪量、コレステロール、脂肪酸(ミリスチン酸、パルミチン酸、パルミトオレイン酸、ステアリン酸、オレイン酸、リノール酸、リノレン酸、アラキドン酸、エイコサペンタエン酸、ドコサヘキサエン酸)について定量分析を行い、これらを

表-2 食品類の群別

群	食品類	群	食品類
I	魚介類	V	豆類
II	肉・卵類	VI	穀類・種実類
III	油脂類	VII	菓子類
IV	乳類		

合わせて一日摂取量とした。

2 調査結果

対象検体数は合計2,496(表-3)、得られたデータは延21,900(表-4)にのぼり、それぞれ統計的に棄却検定を行い集計した。

総脂肪の一日摂取量(表-5)は全国平均で50.5g、東海北陸地区では47.1gであった。

表-3 地区別食品群別検体数

地区名	地研数	食品群							合計
		I	II	III	IV	V	VI	VII	
北海道・東北	7	122	54	33	28	33	69	41	380
関東・甲信静	13	218	96	61	49	72	144	88	728
東海・北陸	5	72	38	20	19	24	35	28	236
近畿	11	153	76	48	36	50	95	70	528
中国・四国	6	77	39	26	19	26	56	35	278
九州	8	102	51	33	24	33	65	38	346
全国	50	744	354	221	175	238	464	300	2,496

表-4 項目別データ数

	水分	脂質	コレステロール	脂肪酸	合計
食品分析値	350	350	350	4,200	5,200
同上の組成比率	-	-	-	4,200	4,200
一日摂取量計算値	-	400	400	4,800	5,600
同上の組成比率	-	400	400	4,800	5,600
精度管理分析値	-	-	50	600	650
同上の組成比率	-	-	-	600	600
合計	350	1,150	1,200	19,200	21,900

表-5 脂質一日摂取量の地区別食品群別集計結果

(棄却後) (g)

地区名	食品群 I		食品群 II		食品群 III		食品群 IV		食品群 V		食品群 VI		食品群 VII		合計			
	N		N		N		N		N		N		N					
北海道・東北	7	6.86±1.50 (21.8)	12.0±4.0 (33.8)	14.6±0.5 (3.4)	4.38±0.49 (11.2)	4.48±0.98 (21.8)	3.73±1.55 (41.5)	3.10±0.87 (28.2)	49.6±6.4 (12.8)	7	4.58~8.35	8.8~20.7	14.1~15.4	3.63~4.99	3.29~5.90	2.08~6.70	1.88~4.35	42.3~64.1
関東・甲信静	13	4.33±1.88 (43.5)	12.7±3.2 (25.7)	17.1±1.2 (7.2)	4.94±0.79 (15.9)	4.33±0.87 (20.1)	4.70±1.43 (30.4)	3.02±1.30 (43.2)	51.1±4.4 (8.7)	13	2.43~9.36	8.3~18.8	13.4~18.3	3.18~6.14	2.53~6.02	2.44~7.48	0.86~5.58	44.1~60.6
東海・北陸	5	3.86±0.94 (24.3)	12.8±1.6 (13.1)	14.9±0.6 (4.1)	4.53±0.41 (9.0)	3.57±0.57 (15.9)	4.18±0.98 (23.4)	3.27±0.29 (8.7)	47.1±3.4 (7.3)	5	2.98~5.37	10.3~14.2	14.4~15.7	4.00~5.09	2.88~4.26	3.14~5.73	2.85~3.51	43.3~53.4
近畿	11	5.10±1.01 (19.7)	14.0±2.1 (15.3)	16.4±0.7 (4.6)	4.21±0.51 (12.1)	3.61±0.62 (17.1)	4.89±0.84 (17.2)	3.36±0.63 (19.2)	51.5±2.9 (15.6)	11	2.84~6.47	10.8~18.0	14.7~17.4	3.35~4.80	2.43~4.68	3.02~5.90	2.15~4.17	47.1~55.8
中国・四国	6	4.56±0.90 (19.6)	15.2±2.3 (15.2)	15.2±1.3 (8.6)	4.34±0.55 (12.7)	4.18±0.93 (22.2)	4.05±2.53 (62.5)	2.98±1.37 (45.8)	52.9±6.3 (11.9)	6	3.47~5.41	12.3~18.7	13.2~16.8	3.77~5.20	3.10~5.81	0.87~7.05	0.99~4.60	45.3~60.8
九州	8	4.61±1.10 (23.8)	13.8±3.0 (21.9)	14.9±0.9 (6.5)	4.34±0.23 (5.2)	4.86±0.72 (14.8)	4.10±0.63 (15.3)	2.79±0.54 (19.2)	49.4±4.3 (8.7)	8	3.20~5.95	11.1~19.8	13.6~16.1	3.98~4.69	4.18~6.22	2.97~5.11	2.19~3.91	46.1~59.6
全国	50	4.88±1.57 (32.1)	13.4±2.9 (22.0)	15.8±1.3 (8.6)	4.49±0.61 (13.5)	4.18±0.88 (20.9)	4.39±1.31 (29.7)	3.07±0.93 (30.1)	50.5±4.9 (9.7)	49	2.43~9.36	8.3~20.7	13.2~18.3	3.18~6.14	2.43~6.22	0.87~7.48	0.86~5.58	42.3~64.0

上段：平均値±標準偏差 中段：変動係数(%) 下段：範囲

食品群別では、第Ⅲ群油脂類、第Ⅱ群肉・卵類に寄与するところが大きい。

脂肪エネルギー比率は、ほぼ22%と妥当な値を得たが、構成脂肪酸のバランスならびにエネルギー所要量からみた生活活動強度を加味して検討する必要があり、少くとも発育成長期にある青少年では少々不足しているものと考えられる。

一日に摂取される総コレステロール量(表-6)は全国平均で247mgであった。コレステロールの一日摂取量については明らかではなく、小グループでの調査例では一日300~400mgの報告が見られる。

コレステロールは、生体内においても合成、排せつ等の調節が行われ、体内コレステロール量との相関については、むしろ脂肪酸の影響の方が深い。したがって、コレステロール摂取量の多小については過敏な注意を払う必要はないが、代謝機能の衰える高齢層ならびに高コレステロール血症、高トリグリセリド血症等疾患と関連した場合には考慮しなければならない。

脂肪酸については、地区別(表-7)、食品群別(表-8)のとおりで、一日摂取量は全国平均39.8g、東海北陸地区は35.9gであった。

従来、栄養学的に必須脂肪酸として捉えられて

いるのは、リノール酸、リノレン酸及びアラキドン酸であるが、これらの必要量はリノール酸として摂取エネルギーの1~2%(日本人の場合、一日2~4g)と言われている。

今回の調査では、リノール酸の摂取量は一日約9gであり、また疫学的にも成人での不足症状は認められていない。

寄与食品群としては、第Ⅲ群油脂類、第Ⅱ群肉・卵類に多く、次いで魚介類、豆類、乳類及び穀

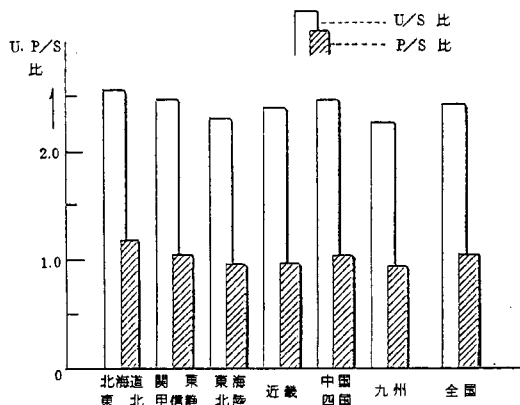


図-1 不飽和脂肪酸(U)、多価不飽和脂肪酸(P)と飽和脂肪酸(S)の摂取比

表-6 コレステロール一日摂取量の地区別食品群別集計結果

(乗除後) (mg)

地区名	食品群 I		食品群 II		食品群 III		食品群 IV		食品群 V		食品群 VI		食品群 VII		合計	
	N	平均値 ± 標準偏差 (範囲)	N	平均値 ± 標準偏差 (範囲)	N	平均値 ± 標準偏差 (範囲)	N	平均値 ± 標準偏差 (範囲)	N	平均値 ± 標準偏差 (範囲)	N	平均値 ± 標準偏差 (範囲)	N	平均値 ± 標準偏差 (範囲)		
北海道・東北	7	74.7 ± 15.8 (21.2) 46.4~91.1	7	152 ± 28 (18.7) 107~194	7	5.6 ± 1.9 (34.0) 3.8~8.2	7	13.8 ± 2.7 (19.6) 8.7~16.9	7	0.04 ± 0.05 (111) nd ~ 0.15	7	1.76 ± 1.18 (66.9) 0.45~3.62	7	7.9 ± 1.7 (22.4) 4.6~9.7	7	256 ± 27 (10.7) 203 ~ 281
関東甲信静	13	46.0 ± 26.1 (56.7) 3.3~93.6	13	148 ± 46 (31.1) 20~192	13	5.0 ± 3.8 (75.4) nd ~ 11.2	13	16.1 ± 2.3 (14.4) 10.7~19.9	12	0.11 ± 0.13 (117) nd ~ 0.52	13	1.40 ± 1.42 (101) nd ~ 4.31	13	6.6 ± 3.1 (47.9) 1.6~12.9	13	224 ± 70 (31.3) 42.5 ~ 299
東海北陸	5	66.6 ± 21.5 (32.2) 52.5~103.	5	153 ± 20 (13.6) 130~182	5	7.8 ± 3.1 (40.3) 3.0~11.5	5	12.7 ± 1.5 (11.9) 11.4~14.9	5	tr () nd ~ tr	5	1.65 ± 1.14 (69.0) nd ~ 2.70	5	3.8 ± 2.8 (73.5) 0.3~6.7	5	246 ± 23 (9.4) 208 ~ 277
近畿	11	61.0 ± 15.9 (26.1) 37.0~86.6	11	191 ± 54 (28.6) 96~280	11	8.7 ± 3.0 (35.2) 4.7~14.3	11	12.9 ± 2.8 (22.0) 5.8~16.7	11	0.17 ± 0.14 (85.0) nd ~ 0.45	11	2.36 ± 1.31 (55.6) nd ~ 4.73	11	11.2 ± 3.6 (32.4) 4.8~16.1	11	288 ± 64 (22.3) 159 ~ 354
中国四国	6	44.5 ± 34.0 (76.4) 1.4~98.5	6	140 ± 78 (55.6) 31~222	6	8.6 ± 2.6 (30.5) 5.7~12.2	6	13.0 ± 2.5 (19.5) 8.9~15.9	6	0.16 ± 0.22 (140) nd ~ 0.60	6	2.03 ± 1.47 (72.5) nd ~ 3.07	6	3.8 ± 4.8 (126) 0.6~11.5	6	212 ± 103 (48.6) 62.2 ~ 361
九州	8	45.6 ± 23.6 (51.7) 17.3~91.9	8	178 ± 39 (22.1) 120~219	8	6.0 ± 3.5 (57.6) tr ~ 9.9	8	13.5 ± 2.3 (17.1) 8.6~15.8	8	0.17 ± 0.16 (90.6) nd ~ 0.39	8	2.28 ± 1.75 (76.6) nd ~ 5.30	8	4.5 ± 2.4 (53.2) nd ~ 7.7	8	250 ± 55 (22.3) 166 ~ 338
全国	50	55.1 ± 24.7 (44.8) 1.4~103.9	50	162 ± 49 (30.6) 20~280	50	6.8 ± 3.4 (49.9) nd ~ 14.3	50	13.9 ± 2.7 (19.3) 5.8~19.9	49	0.12 ± 0.14 (116) nd ~ 0.60	50	1.90 ± 1.39 (72.9) nd ~ 5.30	50	6.8 ± 4.1 (59.7) tr ~ 16.1	50	247 ± 69 (27.9) 42.5 ~ 361

上段：平均値 ± 標準偏差 中段：変動係数(%) 下段：範囲

表-7 総脂肪酸一日摂取量の地区別集計結果

(変動後) (g)

地区名	N	ミリスチン酸 C14:0	パルミチン酸 C16:0	パルミトレン酸 C16:1	ステアリン酸 C18:0	オレイン酸 C18:1	リノール酸 C18:2	リノレン酸 C18:3	アラキドン酸 C20:4	エイコサペンタ エン酸 C20:5	ドコサヘキサ エン酸 C22:6	その他	合計
北海道・東北	7	0.98±0.18 (18.4) 0.76~1.36	7.04±0.93 (13.3) 5.82~8.52	0.84±0.21 (25.3) 0.54~1.28	2.77±0.44 (15.9) 2.02~3.30	14.2±1.38 (9.7) 12.3~16.0	9.25±1.20 (7.8) 7.45~11.2	1.94±0.15 (64.4) 1.73~2.17	0.28±0.18 (25.1) 0.09~0.59	0.41±0.10 (21.2) 0.28~0.61	0.61±0.12 (35.4) 0.42~0.84	1.06±0.77 (72.5) 0.26~2.77	39.5±3.52 (8.9) 35.2~44.9
関東・甲信静	13	1.02±0.44 (43.4) 0.55~2.48	7.06±1.52 (21.6) 4.51~9.57	0.78±0.23 (29.5) 0.49~1.41	2.72±0.64 (23.7) 1.54~3.80	14.6±3.16 (21.5) 8.40~19.6	8.91±1.64 (18.4) 5.79~11.7	1.42±0.19 (13.7) 0.94~1.69	0.11±0.04 (40.1) 0.05~0.20	0.25±0.12 (49.0) 0.10~0.57	0.38±0.14 (38.8) 0.18~0.76	1.02±0.84 (81.9) nd~2.63	38.4±7.40 (19.2) 23.3~50.5
東海・北陸	5	0.85±0.16 (19.8) 0.67~1.17	6.85±1.23 (18.0) 4.94~8.63	0.81±0.19 (24.1) 0.52~1.14	2.91±0.46 (15.8) 2.14~3.44	13.4±2.44 (18.1) 9.16~16	8.18±1.62 (19.8) 5.70~10.4	1.45±0.36 (24.9) 0.82~1.88	0.10±0.06 (58.6) nd~0.19	0.25±0.08 (33.5) 0.14~0.38	0.42±0.14 (35.4) 0.23~0.66	0.56±0.47 (84.5) nd~1.38	35.9±6.62 (18.4) 25.0~44.2
近畿	11	1.01±0.14 (14.4) 0.70~1.19	7.86±1.16 (14.8) 6.32~10.7	1.05±0.22 (21.5) 0.62~1.51	3.18±0.62 (19.5) 2.20~4.87	15.9±1.84 (11.6) 13.3~19.9	9.04±1.77 (19.5) 7.31~13.9	1.67±0.51 (30.8) 0.76~2.55	0.25±0.17 (68.8) 0.18~0.56	0.34±0.11 (34.3) 0.28~0.79	0.48±0.13 (27.7) 0.28~0.79	1.77±0.84 (47.7) nd~3.22	42.6±5.75 (13.5) 36.2~57.5
中国・四国	5	0.82±0.23 (28.5) 0.43~1.15	7.49±2.58 (34.4) 3.82~10.2	0.80±0.35 (44.3) 0.29~1.36	2.60±0.57 (22.0) 1.61~3.16	14.7±4.75 (32.2) 8.38~19.3	9.12±2.39 (26.2) 6.92~12.7	1.33±0.31 (23.1) 0.88~1.79	0.22±0.10 (46.2) 0.12~0.38	0.23±0.08 (35.9) 0.09~0.32	0.37±0.13 (35.8) 0.22~0.62	2.20±3.28 (149) nd~8.57	40.0±9.51 (23.7) 23.6~48.5
九州	8	0.96±0.14 (14.7) 0.77~1.24	7.74±1.19 (15.4) 6.56~10.2	1.01±0.24 (23.8) 0.60~1.34	3.01±0.42 (14.2) 2.43~3.67	14.4±2.48 (17.1) 11.4~20.4	8.95±1.84 (20.5) 6.75~13.1	1.46±0.35 (24.2) 0.61~1.82	0.14±0.08 (62.0) 0.06~0.36	0.23±0.11 (50.9) nd~0.41	0.41±0.12 (29.2) 0.18~0.56	2.08±1.43 (68.8) 0.12~4.53	40.5±3.96 (9.7) 37.5~50.6
全国	49	0.96±0.27 (28.8) 0.43~2.48	7.37±1.50 (20.4) 3.82~10.7	0.89±0.26 (29.8) 0.29~1.51	2.89±0.59 (20.4) 1.54~4.87	14.7±2.85 (19.3) 8.38~20.4	8.94±1.76 (19.7) 5.70~13.9	1.55±0.39 (25.1) 0.61~2.55	0.18±0.14 (76.7) nd~0.59	0.29±0.12 (44.5) nd~0.61	0.45±0.15 (34.9) 0.18~0.84	1.44±1.47 (102) nd~8.57	39.8±6.62 (16.6) 23.3~57.5

上段：平均値±標準偏差 中段：変動係数(%) 下段：範囲

表-8 脂肪酸成分別食品群別一日摂取量

(変動後) (g)

食品群	N	ミリスチン酸 C14:0	パルミチン酸 C16:0	パルミトレン酸 C16:1	ステアリン酸 C18:0	オレイン酸 C18:1	リノール酸 C18:2	リノレン酸 C18:3	アラキドン酸 C20:4	エイコサペンタ エン酸 C20:5	ドコサヘキサ エン酸 C22:6	その他	合計
I	50	0.16±0.07 (45.7) 0.02~0.33	0.64±0.25 (39.0) 0.11~1.17	0.22±0.10 (47.0) 0.03~0.43	0.15±0.06 (40.4) 0.02~0.35	0.69±0.35 (50.5) 0.11~2.12	0.11±0.14 (83.8) 0.03~0.99	0.11±0.14 (119) nd~0.53	0.09±0.11 (123) nd~0.42	0.26±0.13 (49.6) nd~0.60	0.38±0.15 (40.6) 0.07~0.78	0.41±0.04 (104) nd~1.59	3.34±1.38 (41.4) 0.49~6.74
II	49	0.13±0.07 (53.0) tr~0.37	2.51±0.83 (33.2) 0.33~4.30	0.43±0.17 (40.6) 0.03~0.88	1.02±0.38 (37.3) 0.12~1.83	4.42±1.52 (34.4) 0.55~7.91	1.12±0.35 (19.2) 0.15~1.85	0.08±0.05 (61.7) nd~0.29	0.06±0.03 (51.1) nd~0.13	0.01±0.02 (173) nd~0.12	0.04±0.03 (76.4) nd~0.15	0.20±0.37 (180) nd~2.41	10.09±3.24 (32.1) 1.20~16.72
III	49	0.14±0.20 (139) 0.03~1.49	1.35±0.25 (18.8) 0.82~2.02	0.04±0.02 (54.4) nd~0.12	0.45±0.12 (27.7) tr~0.75	5.65±1.08 (19.2) 2.45~7.19	4.57±0.93 (20.5) 2.76~8.09	0.93±0.30 (32.3) nd~1.35	0.01±0.02 (165) nd~0.11	tr (-) nd~tr	tr (-) nd~tr	0.26±0.35 (132) nd~2.04	13.47±1.89 (14.0) 8.29~16.62
IV	50	0.38±0.06 (17.2) 0.22~0.53	1.03±0.20 (19.5) 0.54~1.58	0.07±0.03 (37.6) nd~0.15	0.41±0.10 (25.3) 0.21~0.80	0.91±0.18 (20.1) 0.45~1.33	0.09±0.05 (58.0) 0.04~0.45	0.03±0.01 (59.3) nd~0.06	tr (-) nd~tr	tr (-) nd~tr	tr (-) nd~tr	0.25±0.26 (105) nd~1.29	3.22±0.55 (17.3) 1.58~4.34
V	50	tr (-) nd~0.04	0.37±0.12 (31.8) 0.12~0.65	tr (-) nd~tr	0.14±0.04 (32.1) 0.04~0.25	0.81±0.28 (35.1) 0.23~1.53	1.62±0.48 (29.8) 0.52~2.81	0.27±0.08 (30.7) 0.07~0.45	tr (-) nd~tr	tr (-) nd~tr	tr (-) nd~tr	0.05±0.08 (155) nd~0.37	3.30±0.98 (29.8) 1.00~5.78
VI	48	0.06±0.03 (50.7) nd~0.14	0.65±0.26 (40.6) 0.09~1.43	0.05±0.03 (68.9) nd~0.15	0.16±0.12 (74.9) 0.02~0.92	1.06±0.52 (48.9) 0.11~3.06	0.89±0.37 (42.5) 0.12~2.06	0.06±0.04 (66.3) nd~0.17	tr (-) nd~tr	tr (-) nd~tr	tr (-) nd~tr	0.15±0.19 (125) nd~1.04	3.12±1.19 (38.3) 0.43~6.20
VII	50	0.05±0.03 (58.1) tr~0.16	0.56±0.20 (36.6) 0.14~1.14	0.02±0.02 (82.3) nd~0.11	0.44±0.26 (37.2) tr~1.11	0.80±0.30 (79.2) 0.23~1.48	0.24±0.19 (79.2) nd~0.96	0.03±0.02 (91.6) tr~0.16	tr (-) nd~0.05	tr (-) nd~tr	tr (-) nd~tr	0.07±0.08 (120) nd~0.43	2.25±0.77 (34.5) 0.62~3.95
* 合計	49	0.96±0.27 (28.8) 0.43~2.48	7.37±1.50 (20.4) 3.82~10.7	0.89±0.26 (29.8) 0.29~1.51	2.89±0.59 (20.4) 1.54~4.87	14.7±2.85 (19.3) 8.38~20.4	8.94±1.76 (19.7) 5.70~13.9	1.55±0.39 (25.1) 0.61~2.55	0.18±0.14 (76.7) nd~0.59	0.29±0.12 (44.5) nd~0.61	0.45±0.15 (34.9) 0.18~0.84	1.44±1.47 (102) nd~8.57	39.8±6.62 (16.6) 23.3~57.5

*：表7の値をそのまま記入した。

上段：平均値±標準偏差 中段：変動係数(%) 下段：範囲

類、種実類であった。殊に、疫学と深い相関を有する多価不飽和脂肪酸は、第I群魚介類ならびに第III群油脂類中の植物性油脂に多く、総脂肪中のこれらのバランスは、生体における代謝機構と相

俟って重要な因子である。

本年度発表された「第三次改訂日本人の栄養所要量」では、飽和脂肪酸量に対する不飽和脂肪酸量(U/S比)は1:2を目標値とし、多価不飽和

脂肪酸比(P/S比)では、中村らによれば0.7以上を要望している。今回の調査では、何れもこの値を満たしており、摂取脂肪の質の面からも、ほぼ良好と考えられる。(図-1)

わが国における栄養行政は、従来栄養改善の名のもとに栄養素欠乏の対策に重点がおかれていた。

これらが解消されエネルギー摂取過剰の現在では、中高年層における成人病のリスクファクターとして、また加工食品の増加等による食生活のアンバランス、偏食が起因する栄養素の潜在性欠乏等が、今後の問題として提起されるものと考えられる。

(食品薬品部 宇野圭一)

生物学的脱窒素法によるし尿中の窒素除去

汲取り生し尿は非常に高濃度の有機物を含み、また窒素含有率が高いことが大きな特徴であります。

通常、し尿処理施設では嫌気性消化処理、好気性消化処理等の一次処理を行った後、二次処理として活性汚泥処理を行っており、放流水の生物化学的酸素要求量(BOD)、浮遊物質(SS)、化学的酸素要求量(COD)等をさらに低下したい場合や、窒素(N)、リン(P)、色度等の除去を必要とする場合にはそれに適する高度処理(二次処理水をさらに処理する場合には三次処理ともいいます)を行っています。

当所では環境整備課からの依頼で、し尿処理施設の精密機能検査を昭和54年度より実施してきました。今までの検査結果より、主として汲取り生し尿を処理している施設の放流水の水質をまとめますと表1のようになります。また、除去率(搬入生し尿から放流水)は表2の通りです。

検査した施設のうち、高度処理を行っている施設のすべてが凝集分離処理を行っており、さらにオゾン酸化処理、砂戸過処理、活性炭吸着処理を追加している施設もありましたが、生物学的脱窒素法処理を行っているのは4施設のみでした。

表1、表2より明らかなようにBOD、SS、COD、

総磷(Total-P)は凝集分離処理等の高度処理を行うことにより良好な処理効果が得られます。しかし、総窒素(Total-N)は、生物学的脱窒素法処理を行っている施設では良好な処理効果がみとめられましたが、行っていない施設では除去率は低く、高濃度のまま放流されていました。この原因は、従来の活性汚泥法等の生物処理ではBODとNを約100:5の割合で汚泥中に取りこむことにより除去しますが、し尿は窒素含有率が高く(当所の調査結果では汲取り生し尿のBOD:Nは100:51でした)、過剰のNは汚泥中に取りこまれずに処理水中に残存し、凝集分離処理等においてもほとんど除去されないためであります。従って、Nを除去するためにはNを除去するための処理方法を採用することが必要となります。

汚水中からNを除去する方法として生物学的脱窒素法の他にアンモニアストリッピング法、イオン交換法、不連続点塩素注入法等がありますが、最近新設あるいは増設されるし尿処理施設の多くは生物学的脱窒素法を採用するようになってきました。

生物学的脱窒素法は硝化工程と脱窒素工程の二つの工程よりなりたっています。

表1 愛知県下のし尿処理施設の放流水の水質

測定項目	高度処理を行っていない施設	高度処理を行っている施設
pH値	7.7 ± 0.6 (6)	6.9 ± 0.5 (13)
BOD (mg/l)	28.6 ± 9.2 (6)	3.9 ± 2.2 (13)
SS (mg/l)	41.7 ± 21.0 (6)	8.8 ± 8.1 (13)
COD 100℃-30分 (mg/l)	100. ± 48. (6)	28.0 ± 13.5 (13)
Total-N (mg/l)	145. ± 65. (6)	生物学的脱窒素法処理無 111. ± 64. (9) 生物学的脱窒素法処理有 12.8 ± 17.4 (4)
Total-P (mg/l)	14.6 ± 8.4 (6)	2.0 ± 2.2 (12)

平均値±標準偏差():施設数

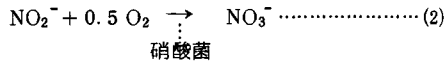
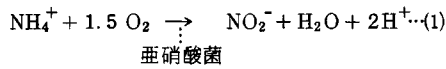
表2 愛知県下のし尿処理施設の除去率

測定項目	高度処理を行っていない施設	高度処理を行っている施設
BOD (%)	93.0 ± 4.0 (6)	98.8 ± 1.0 (13)
SS (%)	94.7 ± 2.7 (6)	98.0 ± 2.0 (13)
COD 100℃-30分 (%)	77.7 ± 8.9 (6)	88.4 ± 8.8 (13)
Total-N (%)	37.2 ± 16.4 (6)	生物学的脱窒素法処理無 36.0 ± 16.7 (9) 生物学的脱窒素法処理有 92.7 ± 11.2 (4)
Total-P (%)	41.5 ± 6.1 (4)	89.3 ± 14.9 (12)

平均値±標準偏差():施設数

硝化工程

これはアンモニウムイオン (NH_4^+) を硝化菌 (亜硝酸菌と硝酸菌の総称) の作用により次式に示しますように亜硝酸イオン (NO_2^-)、硝酸イオン (NO_3^-) に酸化する工程です。



この反応に関与する硝化菌の多くは偏性好気性の自栄養性細菌であり、活性汚泥中に多く存在する他栄養性細菌に比較して増殖が遅いため硝化菌がじゅうぶんな濃度で生存できるように滞留時間を長くとり、汚泥濃度を高くして処理を行っています。

硝化菌は pH 値 6.5 以下では活性が低下するといわれており、し尿系汚水の硝化反応を良好に進行させるためには pH 値を 7.0~8.0 に保つ必要があります。しかし、硝化反応の進行にともなって式(1)の水素イオン (H^+) が遊離するため pH 値が低下します。この pH 値の低下を防ぐためにアルカリ剤 (水酸化ナトリウム) を添加します。また、硝化菌の活性は水温の影響を大きく受けるため、15~38℃ の範囲内で処理することが望ましいとされています。式(1)、(2)に示しますように、硝化反応には酸素が必要なことから、溶存酸素 (DO) を 2mg/l 以上維持できるように曝気を行うことにより良好に硝化反応が進みます。

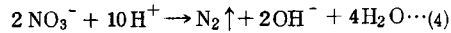
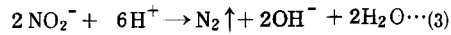
脱窒素工程では NH_4^+ は脱窒素されませんので硝化工程において NH_4^+ を NO_2^- あるいは NO_3^- に完全に酸化しておく必要があります。

脱窒素工程

活性汚泥中に存在する細菌の 5~8 割が脱窒素菌であり、ほとんどが有機物を水素供与体とする他栄養性細菌であります。また、脱窒素菌の 8 割

以上が通性嫌気性菌であるといわれています。

これらの菌は DO が存在するときは DO を利用しますが、DO が存在しない嫌気的な状態では次式のように NO_2^- あるいは NO_3^- の酸素を利用して窒素ガス (N_2) を生成します。生物学的脱窒素法の利点の一つは最終生成物が無害な N_2 である点です。



この反応を進行するためには有機物の存在が必要です。汚泥中の有機物を利用して脱窒素を行う方法もありますが能率が悪いので、有機物としてし尿等の汚水やメタノールあるいは酢酸等を添加します。有機物を添加して DO の存在しない嫌気的な状態にすることにより脱窒素反応が円滑に進行します。

脱窒素反応により式(3)、(4)に示しますように水酸イオン (OH^-) が遊離するため pH 値がアルカリ性側に移行します。脱窒素反応は pH 値が 7.0~7.5 程度で、水温が 15~38℃ の範囲が望ましいといわれております。

生物学的脱窒素法の一つである循環曝気式硝化脱窒素法のフローシートの一例を図 1 に示しました。この方法はし尿中の有機物を脱窒素反応に利用でき、脱窒素反応によりし尿中の有機物が分解されるため硝化槽にかかる BOD 負荷が軽減され、硝化槽での曝気量を節減できるなどの利点があるため、し尿処理の生物学的脱窒素法としてよく用いられている方法です。

混合分解槽は空気により曝気されていますが、し尿が流入してくる入口付近では曝気を少なくしているため DO が存在しない嫌気的な状態になっています。ここへ硝化槽で NH_4^+ が完全に NO_2^- あるいは NO_3^- となった循環液がかえされ、し尿中

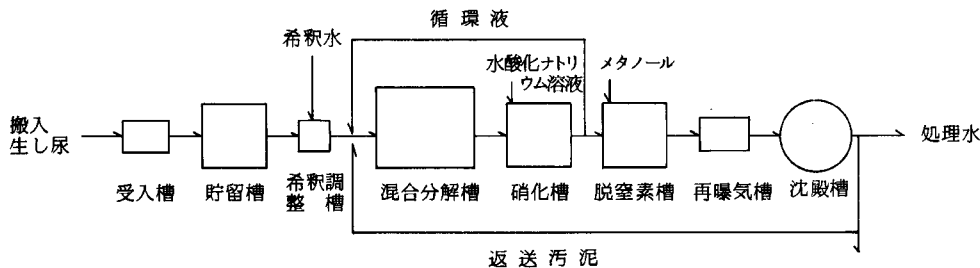


図1 循環曝気式硝化脱窒素法のフローシートの一例

の有機物を利用して脱窒素反応が行われるとともにBODの除去も進行します。通常し尿は希釈水で希釈されて流入しますが、希釈しすぎると有機物濃度が低くなり、混合分解槽の入口で嫌気的な状態になりにくい低希釈(3~9倍程度)で処理を行います。希釈水の水温は混合分解槽の水温が15℃以下に低下しないように15℃以上が望ましいとされています。汚泥濃度(MLSS)は6000mg/l程度と一般のし尿処理の活性汚泥法(MLSS 2000~5000mg/l)に比較して高く、混合分解槽の滞留時間は流入汚水量に対して16時間以上(混合分解槽と硝化槽の合計では50時間以上)とかなり長時間の曝気が行われます。混合分解槽の出口付近ではDOが検出され、硝化反応がかなり進行しています。

混合分解槽を出た液は硝化槽に移り、ここでじゅうぶんに曝気されることにより出口付近ではNH₄⁺はほぼ完全にNO₂⁻あるいはNO₃⁻に酸化され、BODの除去もほぼ完了しています。硝化反応の進行にともなってpH値が低下しますのでアルカリ剤として水酸化ナトリウムが添加され、pH値が6.5以下に低下しないように管理します。硝化槽の滞留時間も16時間以上(混合分解槽と硝化槽の合計では50時間以上)必要とされています。硝化槽流出水の大部分(70~80%)は混合分解槽の入口にかえされ、残りは脱窒素槽へ流入します。

脱窒素槽は多くの場合、一定時間攪拌してよく混合した後、攪拌を停止することにより嫌気的な状態として脱窒素を行います。有機物としてメタノールを加えNO₂⁻あるいはNO₃⁻をN₂にします。滞留時間は脱窒素槽流入汚水量に対して12時間以上が標準とされています。

次に再曝気槽で3~4時間曝気します。脱窒素の結果生じたN₂が汚泥の表面に付着していると沈殿槽で汚泥が浮上する原因となりますので、曝気により汚泥に付着したN₂を除くことと、脱窒素槽で過剰に添加して残っているメタノールを除去することが再曝気槽での目的です。

その後、沈殿槽で6時間以上滞留することにより、固液分離が行われTotal-N濃度の低い処理水が得られます。

表3 愛知県下の生物学的脱窒素法処理を行っているし尿処理施設放流水の水質

測定項目	施設名	A	B	C	D
pH値		6.8	6.3	6.5	7.1
透明度(度)		50以上	50以上	50以上	50以上
BOD(mg/l)		2.4	3.1	1.6	2.5
SS(mg/l)		1.3	0.5	1.6	1.5
COD(mg/l)		11.5	19.4	17.7	12.5
Total-N(mg/l)		2.6	38.8	4.0	5.8
NH ₃ -N(mg/l)		0.0	1.5	0.0	0.3
NO ₂ -N(mg/l)		0.16	1.97	0.00	0.15
NO ₃ -N(mg/l)		0.6	33.5	1.5	3.4
Total-P(mg/l)		5.1	2.4	3.1	0.16

表4 高度処理によるし尿処理施設放流水の要求水質

測定項目	報告者	児玉	桜井	北尾
BOD(mg/l)		5~10	10~20	5~10
SS(mg/l)		5~10	10~20	5~10
COD(mg/l)		10~20	10~20	10~20
Total-N(mg/l)		10	10	10~15
Total-P(mg/l)		1	5	1
色度(度)		-	30	15~50

愛知県下の生物学的脱窒素法処理を行っているし尿処理施設(n=4)の放流水の水質を表3に示しました。

児玉、桜井、北尾は高度処理を行った場合のし尿処理施設からの放流水の要求水質を表4のように示しております。

この要求水質と比較しますと、4施設の放流水のBOD、SS、CODはともに満足な値を示しておりました。Total-NはB施設ではメタノールの添加を停止していたためやや高い値を示しましたが、A、C、D施設においては10mg/l以下の良好な結果を示しました。Total-Pは要求水質よりも高い傾向にありましたが、これは凝集剤の添加量をおさえていたためであり、凝集剤の添加量を増加することによりじゅうぶん要求水質を達成できるものと考えられます。

今後、富栄養化防止のためにし尿処理施設についても窒素の除去が必要になってくるものと推察されますが、生物学的脱窒素法処理によりし尿中の窒素成分を良好に除去できるものと考えられます。

(生活環境部 富田伴一)

病理学のすすめ (VI)

— 病理標本の見方 3 —

このシリーズは、食肉の検査にたずさわる保健所、と畜検査室の方々の参考にして頂くため、典型的な病理組織標本のカラスライドの配布とともに衛研技術情報に連載しております。

今回からは、この稿に組織像の顕微鏡写真(白黒)も掲載出来ることとなりましたので、これ迄に配布したカラスライドと共に附図を御参照下さい。シリーズの第3回目として、前回に引き続き腫瘍の組織像を紹介します。

腫-8 軟骨肉腫 (chondrosarcoma) (481-59)

黒毛和種の牝牛、後肢右膝関節の腫張があり、跛行する。同部の大腿骨遠位端の外側を中心に約15cm×20cm×20cmの大きな腫瘍が見られ、硬く、表面には透明感がある。剖面では、上部は血液の貯溜を伴い暗赤色を呈し、下部は灰白色で不規則な黄白色の小斑が見られた。

組織像： 腫瘍の基質は透明で明るく、その間に小型の円形ないし短紡錘形の腫瘍細胞がバラバラに散在する部分と、同様ないくつかの腫瘍細胞が小島状～索状に配列する部分とがある。

腫瘍細胞がバラバラに散在している部分では、正常の軟骨組織に類似する形態を多少残している。標本の中央には、小型の核の周囲に明るい細胞質を持つ細胞が2ヶ並んでいる。腫瘍細胞の周囲には、時折り、軟骨小腔様の狭い空隙を見る。核分裂像もしばしば散見され、細胞の異型性も大きいので肉腫と言って良いだろう。(図1)

☆ 正常の軟骨組織には、細胞間を埋めている軟骨基質の性状の相違により、硝子軟骨、線維軟骨、弾性軟骨の三種がある。軟骨細胞は細胞分裂によって生じた2ヶ～数ヶの細胞が急速に分泌される軟骨基質に閉じ込められて小集落を造る傾向がある。

腫-9 高分化型肝細胞癌 (well differentiated hepato-cellular carcinoma) (461-59)

ホルスタイン種、6才の牝牛、外表所見は健康

であるが、肝臓の尾状葉に小児頭大の腫瘍が見られ、表面は黄色を帯びた灰白色、剖面は灰白髓様であるが、中には出血巣、壊死巣をまじえている。肝門部リンパ節あるいは他臓器への転移は見られない。

組織像： 母組織の肝細胞に非常に良く似た大型の腫瘍細胞が不規則な島状の構造をとり、増殖している。胞体はむしろ正常肝細胞に比し、エオジン好性が強く、核に比し大型である。核の大きさも不揃いで分裂像も時折り見られる。

高分化型の肝癌であり、正常肝組織に似てはいるが、小葉構造は失われており、グリソン鞘や、胆管の存在は見られない。類洞の形成もはっきりしない。(図2)

☆ 癌細胞が、その発生母地の組織に非常に良く似た形態をとるタイプの癌を高分化型 (well differentiated type) の癌と呼び、母組織とはかなりかけ離れた形態をとるものを低分化型 (undifferentiated type) の癌と呼んでいる。

また、癌細胞の配列の形態から、索状肝癌、腺管癌、巨細胞癌、紡錘形細胞癌、多形細胞癌、明細胞癌、などの呼び名を使う事もある。

腫-10 低分化型肝細胞癌 (undifferentiated hepato-cellular carcinoma) (462-59)

和牛、2才の牝牛、肝臓の表面および実質に、大小の腫瘍が多数見られた。腸間膜リンパ節が小児手拳大に腫大、腸管の周囲にも黄白色の腫瘍を認めた。

組織像： 異型性の比較的強い癌組織が不完全な索状ないしは腺管状の構造を保ちながら増殖している。癌細胞は好塩基性に染まり、核、細胞質比も大きく、細胞分裂像がしばしば認められる。発生母地の肝組織とは、個々の細胞の形態、細胞同志の配列の状態も大きく異なっている。(図3)

☆ 病理組織の表現に細胞異型とか構造異型などの語を使うが、主として腫瘍組織の説明に用いられる。細胞異型とは、細胞の形、大きさ、機能などが発生母組織の細胞と比べ異なっている事を現

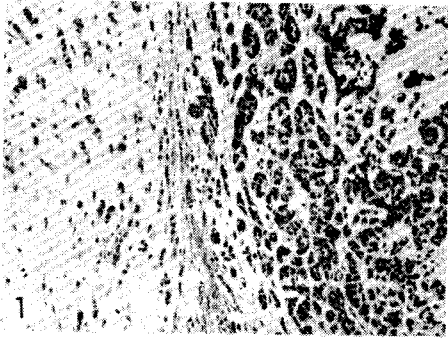


図1 軟骨肉腫

写真の右半部は、透明な軟骨基質を豊富にもち、正常の軟骨組織によく似ている。左半部は、腫瘍細胞の増殖が著しく、異型性も大である。

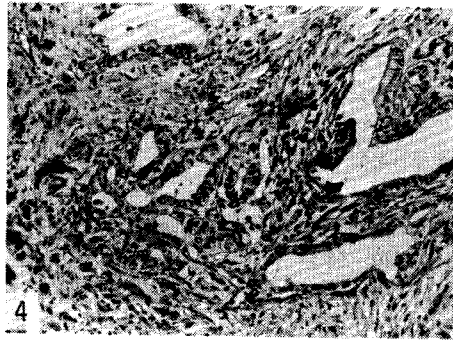


図4 胆管癌

不規則な腫瘍腺管が結合織の増生を伴って浸潤増殖している。

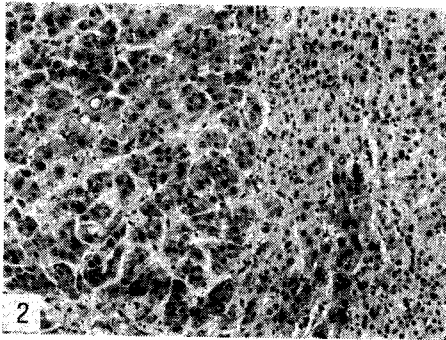


図2 高分化型肝細胞癌

腫瘍細胞は、発生母地の肝細胞によく似ているが、大きさ、配列ともに不揃で、小葉構造は全く失われている。

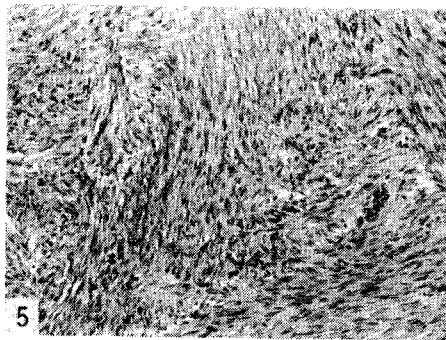


図5 子宮筋腫

長紡錘形の腫瘍細胞が縦横に錯走して増殖している。

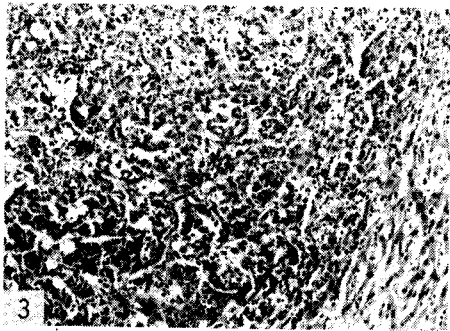


図3 低分化型肝癌

異型度の強い腫瘍細胞が標本の殆どを占めており、右下隅に萎縮した肝細胞索が僅かに見られる。

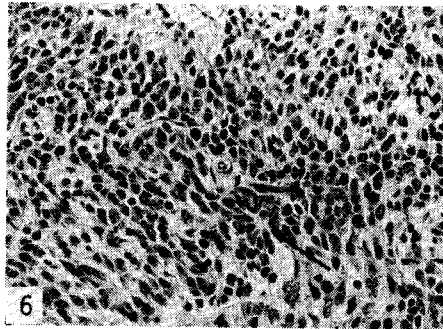


図6 神経芽細胞腫

小型の腫瘍細胞が、細い細胞質突起で互いに連絡しあい、花環状のいわゆるロゼット(中央矢印)を形成するのが特徴である。

わし、その喰い違いの度が大きい程、異型性が強いとか、異型度が大きいとか言っている。

構造異型、あるいは配列異型とは、複数の細胞で形造っている正常の組織構造が不規則に乱れたり、正常では見られないような構造をとる事を呼んでおり、いずれも腫瘍の悪性度を示す一つの指標となっている。

腫-11 胆管癌 (cholangiocarcinoma) (420-58)

ホルスタイン系、4才の牝牛、肝臓の実質には粟粒大~小豆大の黄褐色を呈する不整形の硬い腫瘍が密在したとの記載がある。同様な腫瘍は、腹腔内の臓器(脾、腎、胃、腸、膀胱)の漿膜面に播種状の多数の転移結節として見られた。この他、肝門部リンパ節、内腸骨リンパ節などにも転移を認めている。

組織像: 肝臓の標本であるが、弱拡大で見ると結合織の増生を著しく伴って、不規則な腺管構造をとった腫瘍細胞群が増殖している。正常肝の組織構造は全く破壊されており、標本の片隅に残存する肝細胞が僅かに見られている。

強拡大像では、腫瘍細胞は円柱上皮ないし立方上皮性の腺管構造をとっており、細胞異型および配列の異型性も著しい。多くの腫瘍腺管は、一層の上皮よりなるが、多層化あるいは腺腔内に乳頭状に突出するものも多い。核分裂像は、しばしば見られ、上皮細胞の腺腔側の表面には刷子縁 (brush border) を見るものが多い。(図4)

☆ 肝内胆管から発生する胆管癌は結合織の増生を伴うことが多いので、肝細胞癌に比して硬く、転移をし易い傾向がある。

腫-12 子宮筋腫 (myoma uteri) (421-58)

ランドレース系のF₁、3才の雌豚、左子宮角に10cm×10cm×20cmの大きさの楕円球状、灰白色の腫瘍を認め、剖面は層状を呈しており、弾性硬である。

組織像: 長楕円形の比較的に淡く染まる核を持った長紡錘形細胞が縦横に錯走しながら増殖している。ある所では一定の流れに沿って走り、ある部分では渦巻状を呈する所もある。

核分裂像はときおり散見されるが、腫瘍細胞に

は異型性はなく、子宮平滑筋線維の特長がよく保たれており、良性の腫瘍である。(図5)

腫-13 神経芽細胞腫 (neuroblastoma) (425-58)

雑系、1才の雌豚、肉眼的に副腎は暗赤色を呈して著しく腫大しており、肝臓には暗赤色の出血巣および壊死巣を伴って黄白色の腫瘍が全体に見られ、60cm×80cmと巨大に腫張している。

組織像: 提出された組織標本は、肝臓への転移腫瘍であるが、ヘマトキシリンに濃染する核を持つ小型の腫瘍細胞群が増殖している。強拡大で良く観察すると、これらの腫瘍細胞は細胞質に乏しく、隣接する腫瘍細胞同志はたがいに細い細胞質突起を出し合って連絡し合い、いわゆるロゼット (rosette) を形成するのが特長である。

また、先に配布した腫13-Cのスライドには、細胞間に細繊維状のフワフワした間質が豊富に見られ、いかにも神経由来を思わせる所見がある。(図6)

☆ この群の腫瘍は、副腎髄質細胞、末梢神経系または中枢神経系の交感神経節細胞などから発生する。

組織学的には、この例のように小型な腫瘍細胞からなる神経芽細胞腫のほか、神経節細胞に良く似た交感神経節細胞腫、および胞体にクロームで良く染まって来る褐色顆粒を持つ褐色細胞腫の三種の系列がある。

今回は、以上の6種の腫瘍例をそれぞれの顕微鏡写真(モノクローム)と共に紹介しました。

参考文献

- 臨床組織病理学 (宮地徹編, 杏林書院)
 - Tumors in Domestic Animals (MOULTON, Univ. of California Press)
 - Histological Appearances of Tumors (Evans, Livingstone)
 - Pathology (ANDERSON, 2nd. Ed. Mosby)
 - Pathology of the Liver (R. N. M. Macsween, P. P. Anthony & P. J. Scheuer 1979 CHURCHILL LIVINGSTONE)
 - 病理研修会出題標本抄録集 (全国食肉衛生検査所協議会病理部会)
- (なお、本文に説明したそれぞれの標本のモノクローム写真は、前頁にまとめて掲載してあります。 (生物部 伊藤正夫))