

5.5 感覚への影響（嗅覚）

5.5.1 嗅覚

人間は外界からの情報入手手段として、視覚、聴覚、嗅覚、触覚、味覚のいわゆる5感を持っている。これらのうち、嗅覚は何のにおいかを認知する働きがあり、味覚とともに化学感覚といわれるものである。また、嗅覚はある限られた化学物質（臭気物質）にのみ反応する機能を持っている。人間は主として視聴覚に頼って生活しているため、視覚と聴覚は発達しているが、これに比べると嗅覚は原始的な感覚とされている。

食物の腐敗臭や物の焦げるにおい等は、危険なことが起こる前触れの情報を得る目的を持っている。一方、香水、化粧品、フレーバ等にみられる芳香については、個人が生活を送る上では、情緒豊かな生活を送るために必要な感覚であり、嗅覚がなくなった場合を考えるとその重要性に気がつく。

空気中に浮遊するにおいは、吸気とともに鼻腔に入り、鼻内気流によって鼻腔の天井の部分にある嗅粘膜部に到着し、嗅粘膜を覆う粘液の中にとけ込む。嗅粘膜の中には感覚受容細胞である嗅細胞を中心に嗅腺（Bowman腺）などがある。嗅細胞からは嗅腺毛が粘液中に長く伸びており、嗅細胞の先端部（嗅小胞）も粘膜中に突出している。粘液中に飛び込んだにおい分子は、嗅腺毛・嗅小胞にぶつかり、細胞の膜の興奮を起こし、嗅細胞にインパルス（電気信号）を発生させると考えられる。嗅細胞を出た嗅神経は、直接嗅覚の第一次嗅中枢である嗅球に入る。さらに大脳皮質へと刺激は伝達され何のにおいであるかが認知される¹⁾。（図5.5.1参照）

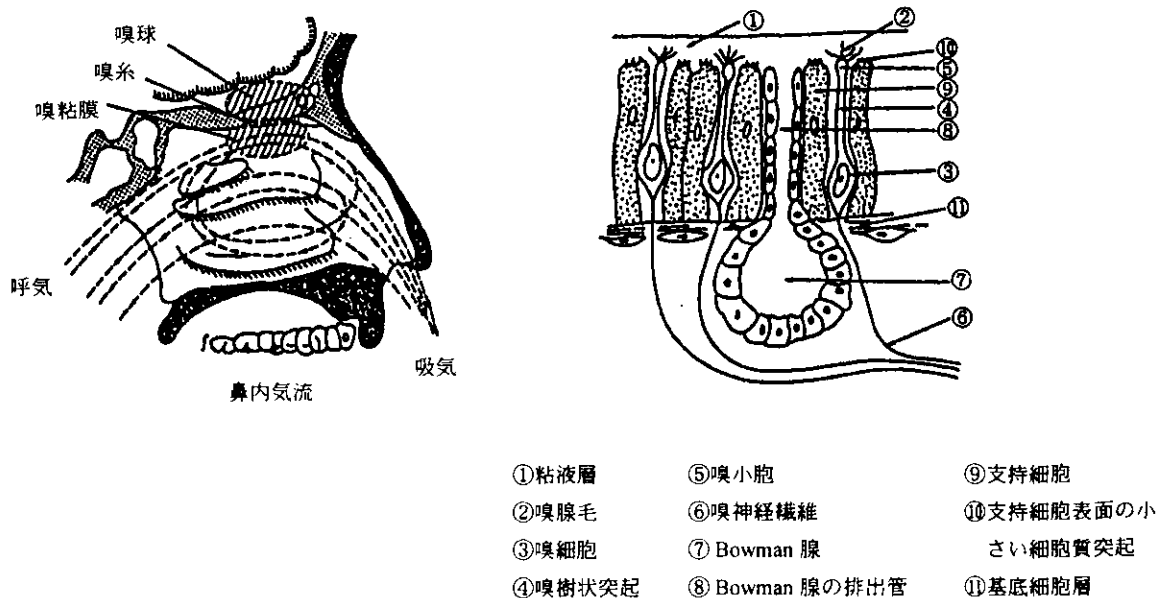


図 5.5.1 鼻内気流及び嗅粘膜の微小構造¹⁾

5.5.2 嗅覚の特質

嗅覚の特性として、敏感な感覚であることを挙げるができる。人間の嗅覚は、犬などと比べるとかなり劣るが、その検知能力（嗅覚閾値）は多くの物質において、現在の分析機器の検出限界よりも優れた感度を示している（表 5.5.1²⁾ 参照）。

においの物質濃度と嗅覚刺激の強さとの間には、(1) 式で示せるウェーバー（独の精神物理学者）・フェヒナー（独の心理学者）の法則（Weber-Fechner の法則）が知られており、感覚の強さは刺激の強さ（物質濃度）の対数に比例する事を示している。

$$R = k \log S \quad (R: \text{感覚の強さ}, k: \text{定数}, S: \text{刺激の強さ}) \dots\dots\dots (1)$$

すなわち、刺激の強さが 10 倍になっても、人間の感覚量は 2 倍にしか感じないことを表わしている。日本の悪臭防止法で規制対象となっている特定悪臭物質等について、物質濃度（刺激の強さ）と 6 段階臭気強度（感覚の強さ）の関係が報告されている。（表 5.5.2 参照）。

同一の臭気を数分間嗅でいると、その嗅覚の強さは著しく減少し、やがてはその臭気をまったく感じなくなってしまう。嗅覚刺激が大きければ大きいほど、また長時間であればあるほど、嗅覚疲労が大きく、またにおいの質によってその程度に違いがある。嗅覚疲労が大きい物質としては、アクロレイン等の刺激臭があり、逆に疲労を起こしにくい物質としては、メチルメルカプタン、トリメチルアミン、イソ吉草酸等の悪臭物質が知られている。

色について、色盲、色弱があるように、においについても嗅盲、嗅弱が見いだされている。他のおいに関しては普通の嗅覚を持っているが、ある特定のにおいに対してだけ感じないか、或いは著しく感度が低い現象を、特異的無嗅覚症（Specific Anosmia）と呼んでいる。たとえば、青酸のにおいを感じない人が、白人で、男性 18.2%、女性 4.5% 見いだされている。

嗅覚機能は、種々の疾患に罹患した際に影響を受ける。慢性副鼻腔炎（蓄膿症）、アレルギー性鼻炎、鼻茸などの鼻の疾患に依って起こることがもっとも多く、その他頭部外傷、薬の副作用、ウイルス感染等で起こることがあり、全くにおいの感覚を失った場合を嗅覚脱失といい、正常に比べ弱くなった状態を嗅覚減退という。このような嗅覚障害は、嗅覚器官が障害されることにより起こる。

5.5.3 においの生理的機能に及ぼす影響^{1) 3)}

嗅覚は精神面とのかかわり合いが大きく、また個人差が大きい。人間を始め多くの動物は悪臭を感じると反射的に悪臭からの忌避行動を起こす。これは本能的な危険予知の情報であり、危険からの回避の構えである。人間が危険に対する構えとして、無意識のうちに自律神経の交感神経機能亢進が起こる。刺激臭を含んだ悪臭に対して、大変驚愕するわけであるが、不快に感じる刺激を連続して受けるとこれに近い状態が作られる。すなわち、悪臭を感じると大変不快な気分となる。不快な気分は無意識のうちに交感神経の緊張を起こす。交感神経の緊張状態は、脈拍数の増加、血圧の上昇など全身の臓器に何らかの影響を与える。悪臭による刺激が短時間であれば交感神経の緊張状態も刺激の消失とともに正常に復帰するが、刺激が長時間あるいは短時間でも頻りに繰り返される場合には交感神

経の緊張状態が持続し、自律神経失調の状態となる。

よいにおいをかぐと呼吸が深くなるが、さらに強いにおいをかぐと呼吸を反射的に止める。薄いにおいから徐々ににおいの濃度を高めていくと、初めは呼吸数の増加が起こるが、更に濃度を高くすると悪臭と感じるようになり、呼吸数と呼吸の深さが減少する。この呼吸の変化はにおいの情報が呼吸中枢に作用したためである。良いにおいをかいだ場合に深く呼吸をすると同時に血圧に変化が起こり、気が静まる。ストレスの軽減にアップルやスパイシーフローラルなにおいやナツメグ、メース、ネロリ及び吉草根のにおいが役立つことの報告もある。また、動物実験では、アンモニアやクロロホルムのような刺激臭の場合、薄い場合は血圧はいったん下がるが、その後上昇する現象がみられる。

食物を食べるばあい、良いにおいの食物に対しては食欲が高まり、悪いにおいのある食物に対しては食が進まず、時には吐き気を感じたり嘔吐することがある。動物実験では好ましいにおいの餌は、著しく食餌量を増加させる。つまり食物ににおいを付加することによって摂食中枢の機能を亢進させることにより、食餌量は増加する。

その他動物では生殖器系への影響がみられる。動物の発情周期はにおいにより大きな影響を受ける。その他のにおいの影響としては睡眠への影響と精神的影響が考えられる。不快なにおいが睡眠を妨げる原因となるとの報告がある。

5.5.4 においの効用とその利用

昔から人々は、咲く花のにおいを嗅いで心を和ませたり、森林浴で心を落ち着けたりして、においにより気分が変わることが経験されている。人間は有史以前より、においを利用してきた様子が見られ、古代エジプトでは、すでに香料物質をミイラ作成時に用いており、また旧約聖書で香薬の調合の記録が載っている。また、日本では「香合せ」や「香道」が考え出され、また、衣類に「香」を焚きためたり、室内に「香」を焚いて客をもてなすという習慣が生まれていた。

現在、香料は食品、化粧品、飼料、家庭用品、その他の工業用途等の多くの分野で用いられており、その機能として、抗菌、抗酸化、消臭、マスキング、生理及び心理作用の機能を持っている。また、最近になり香りハンカチ、香りネクタイ等の香りグッズ等が販売されるようになってきた。その他住環境に香りを取り入れる傾向が出現し、室内芳香剤や空調システムへの組み込み等に現れている。このような住環境への香りの導入には、アロマコロジー (Aromachology) という考え方が存在している。

香りの持つ様々な心理的・生理的効果を利用して疾病の治療や生活に役立てようとする試みは、古くからヨーロッパにあったが、フランスの比較病理学者 Gattefosse はハーブや芳香生薬中の精油を利用するアロマテラピー (Aromatherapy) を考案した。これは内服、塗布、注射等の従来の治療法でなく、吸入、鼻腔内への直接噴霧等により治療する、香りによる心理療法である。この方法は、嗅覚的刺激により誘発された薬物的反応のみならず、快、不快、興奮、鎮静等の心理的効果が期待され、心身症の治療に有効な治療法であると認められるようになってきた。

一方、においの嗅覚刺激によりおこる生理ないしは心理的な変化を利用し、におい・香料を健常人の日常生活に用い、快適な生活を目指す研究が行われ、これに対して前記のアロマコロジーという言葉が使用されている⁴⁾。

表 5.5.1 臭気物質の嗅覚閾値²⁾

(物質数: 223)

単位: ppm

NO	物質	閾値	NO	物質	閾値	NO	物質	閾値	NO	物質	閾値
硫黄化合物			ケトン類			39	イブ草酸 n-ブチル	0.000056	16	2,4-ジメチルペンタン	0.94
1	二酸化イオウ	0.87	1	アセトン	42	40	イブ草酸 n-ブチル	0.012	17	n-オクタン	1.7
2	硫化水素	0.055	2	アセトアルデヒド	0.44	41	イブ草酸 n-ブチル	0.0052	18	イブチン(2Mhep)	0.11
3	硫化水素	0.00041	3	アセトアルデヒド	0.028	43	アブ草酸 n-ブチル	0.00026	19	3-メチルペンタン	1.5
4	硫化メチル	0.0030	4	アセトアルデヒド	0.50	44	アブ草酸 n-ブチル	0.00055	20	4-メチルペンタン	1.7
5	アセチルアセチルアセチル	0.00014	5	アセトアルデヒド	0.024	45	アブ草酸 n-ブチル	0.00090	21	2,2,4-トリメチルペンタン	0.67
6	硫化エチル	0.000033	6	アセトアルデヒド	0.17	46	アブ草酸 n-ブチル	0.21	22	n-ノナン	2.2
7	硫化プロピル	0.00022	7	アセトアルデヒド	0.024	フェノール類			23	2,2,5-トリメチルペンタン	0.90
8	二硫化炭素	0.21	8	アセトアルデヒド	0.043	1	フェノール	0.0058	24	n-デカン	0.87
9	二硫化メチル	0.0022	9	アセトアルデヒド	0.0068	2	o-クレゾール	0.00028	25	n-ウンデカン	0.62
10	二硫化エチル	0.0020	10	アセトアルデヒド	0.0021	3	m-クレゾール	0.00010	26	n-ドodeカン	0.11
11	二硫化プロピル	0.00022	11	シマロン	0.000050	4	p-クレゾール	0.000054	環式不飽和炭化水素		
12	アセチルアセチル	0.000070	脂肪酸類			その他の炭素化合物			1	アピレン	13
13	アセチルアセチル	0.000087	1	酢酸	0.0060	1	2-エチルヘプタール	0.58	2	1-ブテン	0.36
14	n-ブチルアセチル	0.000013	2	プロピオン酸	0.0057	2	2-n-ブチルヘプタール	0.043	3	2-ブテン	10
15	イソブチルアセチル	0.0000060	3	n-酪酸	0.00019	3	1-ブチル-2,2-ジメチルヘプタール	0.16	4	1-ペンテン	0.10
16	n-ペンチルアセチル	0.0000028	4	イブ草酸	0.0015	4	2-エチルヘプタール	0.049	5	1-ヘキセン	0.14
17	tert-ブチルアセチル	0.0000068	5	n-ヘキサ酸	0.000037	5	シスミン	0.0000065	6	1-ヘプテン	0.37
18	sec-ブチルアセチル	0.000030	6	イブ草酸	0.000078	6	オクタン	0.0032	7	1-オクテン	0.0010
19	tert-ブチルアセチル	0.000030	7	n-ヘプタ酸	0.00060	7	アジン	9.9	8	1-ノナン	0.00054
20	n-ヘキサ酸	0.0000078	8	イブチン酸	0.00040	8	2,5-ジメチルオクタール	0.093	9	1,3-ブタジエン	0.23
21	イブチン酸	0.0000077	エステル類			アミン類			10	イブチン	0.48
22	n-ヘキサ酸	0.000015	1	ギ酸メチル	1.30	1	メチルアミン	0.035	芳香族炭化水素		
23	メチルアミン	0.00056	2	ギ酸エチル	2.7	2	エチルアミン	0.046	1	ベンゼン	2.7
24	メチルエチルアミン	0.00062	3	ギ酸 n-プロピル	0.96	3	n-プロピルアミン	0.061	2	トルエン	0.33
アルコール類			4	ギ酸イソブチル	0.29	4	イソブチルアミン	0.025	3	キシレン	0.035
1	メチルアルコール	33	5	ギ酸 n-ブチル	0.087	5	n-ブチルアミン	0.17	4	ニトロベンゼン	0.17
2	エチルアルコール	0.52	6	ギ酸イソブチル	0.49	6	イソブチルアミン	0.0015	5	o-キシレン	0.38
3	n-プロピルアルコール	0.094	7	酪酸メチル	1.7	7	sec-ブチルアミン	0.17	6	m-キシレン	0.041
4	イソブチルアルコール	26	8	酪酸エチル	0.87	8	tert-ブチルアミン	0.17	7	p-キシレン	0.058
5	n-ペンチルアルコール	0.038	9	酪酸 n-プロピル	0.24	9	ジメチルアミン	0.033	8	n-プロピルニトロベンゼン	0.0038
6	イソペンチルアルコール	0.011	10	酪酸イソブチル	0.16	10	ジエチルアミン	0.048	9	イブチルニトロベンゼン	0.0084
7	sec-ブチルアルコール	0.22	11	酪酸 n-ブチル	0.016	11	トリメチルアミン	0.000032	10	1,2,4-トリメチルベンゼン	0.12
8	tert-ブチルアルコール	4.5	12	酪酸イソブチル	0.0080	12	ジブチルアミン	0.0054	11	1,3,5-トリメチルベンゼン	0.17
9	n-ヘキサアルコール	0.10	13	酪酸 sec-ブチル	0.0024	その他の窒素化合物			12	o-ニトロベンゼン	0.074
10	n-ヘプタアルコール	0.0017	14	酪酸 tert-ブチル	0.071	13	二酸化窒素	0.12	13	m-ニトロベンゼン	0.018
11	sec-ヘプタアルコール	0.29	15	酪酸 n-ヘキシル	0.0018	14	アモニア	1.5	14	p-ニトロベンゼン	0.0083
12	tert-ヘプタアルコール	0.088	16	プロピオン酸メチル	0.098	15	アセチルアミン	13	15	o-ジニトロベンゼン	0.0094
13	n-ヘキサアルコール	0.0060	17	プロピオン酸エチル	0.0070	16	アセチルアミン	8.8	16	m-ジニトロベンゼン	0.070
14	n-ヘプタアルコール	0.0048	18	プロピオン酸 n-プロピル	0.058	17	アセチルアミン	3.0	17	p-ジニトロベンゼン	0.00039
15	n-オクタアルコール	0.0027	19	プロピオン酸イソブチル	0.0041	18	ヒドラジン	0.063	18	n-ブチルニトロベンゼン	0.0085
16	イソオクタアルコール	0.0093	20	プロピオン酸 n-ブチル	0.036	19	ヒドラー	0.00030	19	1,2,3,4-テトラニトロベンゼン	0.011
17	n-ノニアルコール	0.00090	21	プロピオン酸イソブチル	0.020	20	ヒドラー	0.0000056	20	1,2,3,4-テトラニトロベンゼン	0.0093
18	n-デカアルコール	0.00077	22	n-酪酸メチル	0.0071	21	ニトロ-α-ピロリン	0.026	環式飽和炭化水素		
アルデヒド類			23	イブチン酸	0.0019	モノテルペン			1	α-ピネン	0.018
1	ホルムアルデヒド	0.50	24	n-酪酸エチル	0.000040	1	α-ピネン	1500	2	β-ピネン	0.033
2	アセトアルデヒド	0.0015	25	イブチン酸エチル	0.000022	2	n-ブテン	1200	3	δ-ピネン	0.038
3	プロピアルデヒド	0.0010	26	n-酪酸 n-ブチル	0.011	3	n-ペンテン	1.4	脂環式炭化水素		
4	n-ブチルアルデヒド	0.00067	27	n-酪酸イソブチル	0.0062	4	イブチン	1.3	1	シクロペンタン	1.7
5	イソブチルアルデヒド	0.00035	28	イブチン酸 n-プロピル	0.0020	5	n-ヘキサン	1.5	2	シクロヘキサン	2.5
6	n-ペンチルアルデヒド	0.00041	29	イブチン酸イソブチル	0.035	6	イブチン(2-Mpen)	7.0	3	メチルシクロペンタン	0.15
7	イソペンチルアルデヒド	0.00010	30	n-酪酸 n-ブチル	0.0048	7	3-メチルペンタン	8.9	塩素及び塩素化合物		
8	n-ヘキサアルデヒド	0.00028	31	n-酪酸イソブチル	0.0016	8	2,2-ジメチルペンタン	20	1	塩素	0.049
9	n-ヘプタアルデヒド	0.00018	32	イブチン酸 n-ブチル	0.022	9	2,3-ジメチルペンタン	0.42	2	ジクロロメタン	160
10	n-オクタアルデヒド	0.000010	33	イブチン酸イソブチル	0.075	10	n-ヘプタン	0.67	3	クロロホルム	3.8
11	n-ノニアルデヒド	0.00034	34	n-ヘキサ酸メチル	0.0022	11	イブチン(2-MHex)	0.42	4	トリクロロメタン	3.9
12	n-デカアルデヒド	0.00040	35	イブ草酸メチル	0.0022	12	3-メチルペンタン	0.84	5	四塩化炭素	4.6
13	アクリル酸	0.0036	36	n-ヘキサ酸エチル	0.00011	13	3-メチルペンタン	0.37	6	トリクロロエチレン	0.77
14	アクリル酸	0.0085	37	イブ草酸エチル	0.000013	14	2,2-ジメチルペンタン	38			
15	アクリル酸	0.023	38	n-ヘキサ酸 n-ブチル	0.0033	15	2,3-ジメチルペンタン	4.5			

表 5.5.2 悪臭物質濃度と臭気強度の関係

臭気物質	1	2	2.5	3	3.5	4	5
アンモニア	0.1	0.6	1	2	5	10	40
メチルメルカプタン	0.0001	0.0007	0.002	0.004	0.01	0.03	0.2
硫化水素	0.0005	0.006	0.02	0.06	0.2	0.7	8
硫化メチル	0.0001	0.002	0.01	0.05	0.2	0.8	2
二硫化メチル	0.0003	0.003	0.009	0.03	0.1	0.3	3
トリメチルアミン	0.0001	0.001	0.005	0.02	0.07	0.2	3
スチレン	0.03	0.2	0.4	0.8	2	4	20
プロピオン酸	0.002	0.01	0.03	0.07	0.2	0.4	2
n-酪酸	0.00007	0.0004	0.001	0.002	0.006	0.02	0.09
n-吉草酸	0.0001	0.0005	0.0009	0.002	0.004	0.008	0.04
イソ吉草酸	0.00005	0.0004	0.001	0.004	0.01	0.03	0.3
トルエン	0.9	5	10	30	60	1*10 ²	7*10 ²
キシレン	0.1	0.5	1	2	5	10	50
酢酸エチル	0.3	1	3	7	20	40	2*10 ²
メチルイソブチルケトン	0.2	0.7	1	3	6	10	50
イソブタノール	0.01	0.2	0.9	4	20	70	1*10 ³
アセトアルデヒド	0.002	0.01	0.05	0.1	0.5	1	10
プロピオンアルデヒド	0.002	0.02	0.05	0.1	0.5	1	10
n-ブチルアルデヒド	0.0003	0.003	0.009	0.03	0.08	0.3	2
イソブチルアルデヒド	0.0009	0.008	0.02	0.07	0.2	0.6	5
n-ペンチルアルデヒド	0.0007	0.004	0.009	0.02	0.05	0.1	0.6
イソペンチルアルデヒド	0.0002	0.001	0.003	0.006	0.01	0.03	0.2

(5.1) 引用文献

- 1) London County Council: Report of the County Medical Officer of Health and School Medical Officer for the year 1952, 157, The County Hall, Westminster Bridge, S.E.1., (1953)
- 2) 吉田克巳；四日市の大気汚染と「四日市ぜんそく」について, 労働の科学, 19, 15 (1964)
- 3) 吉田克巳；四日市の公害問題－四日市判決に関連して, 労働の科学, 28, 4-7 (1972)
- 4) J. Schwartz: Air pollution and hospital admissions for respiratory disease. *Epidemiology*, 7, 20-28, (1996)
- 5) D.L.V. Hammer et al.: Los Angeles student nurse study, Daily Symptom reporting and photochemical oxidants, *Arch. Environ. Health* 28, 255-260, (1974)
- 6) Makino, K. et al.: A study on the threshold of acute effects caused by photochemical oxidants. *Proceeding of 4th Inter. Clean Air Congress*, 27-32, (1977)
- 7) M.D. Lebowitz et al.: The effects of air pollution and weather on lung function in exercising children and adolescents. *Am. Rev. Respir. Dis.* 109, 262-273, (1974)
- 8) 中央公害対策審議会専門委員会；窒素酸化物等に係る環境基準についての専門委員会報告, 大気汚染研究, 7, 151-155, (1972)
- 9) 環境庁大気保全局；大気汚染健康影響継続観察調査報告 (1991)

(5.2) 参考文献

- 1) 山添文雄；環境汚染と農業, 種類・影響・検定・対策 博友社, 東京 (1975)
- 2) A. Furukawa et al; Interspecific difference in resistance to sulfur dioxide. *Res. Rep. Natl. Inst. Environ. Stud.*, No.11, 113-126 (1980)
- 3) J. H. Bennett and A. C. Hill; Acute inhibition of apparent photosynthesis by phytotoxic air pollutants., *Am. Chem. Soc. Symposium Ser. 3, Air Pollution Effects on Plant Growth*. P.115-127 (1974)
- 4) 藤原喬；低濃度域二酸化イオウによる植物の障害発現とその診断に関する研究, 電中研農電研報告, 研究報告：74401 (1974)
- 5) 戸塚績；植物の生長におよぼす二酸化イオウの影響, 国公研研究報告 No.10, 317-332 (1979)
- 6) T.W. Ashenden; The effects of long-term exposures to SO₂ and NO₂ pollution on the growth of *Dactylis glomerata* L. and *Poa pratensis* L., *Environ. Pollut.*, 18, 249-258 (1979)
- 7) O. C. Taylor and F. A. Eaton; Suppression of plant growth by nitrogen dioxide, *Plant Physiol.*, 41 (1), 132-135 (1966)
- 8) 植物環境技研；人工ガス接触法による農作物の光化学オキシダント被害の計測に関する研究, 昭和55年度研究報告, 電中研・生物環境技研, 1-8 (1981)
- 9) C.R. Thompson and G. Kats; Effects of ambient concentrations of peroxyacetyl nitrate on navel orange trees, *Environ. Sci. Technol.*, 9, 35-38 (1975)
- 10) R. F. Brewer et al.; The effects of hydrogen fluoride gas on seven citrus varieties, *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 75, 236-243 (1960)
- 11) M.R. Pack; Effects of HF on production and organic reserves of bean seed. *Environ. Sci. Tech.*, 5, 1128-1132 (1971)
- 12) D.C. MacLean et al.; Accumulation of fluoride by forage crops. *Contrib. Boyce Thompson Inst.*, 24, 165-166 (1969)

(5.3) 引用文献

- 1) Graedel, T.E. and McGill, R., : Degradation of materials in the atmosphere. Environ. Sci. Technol., 20, 1093-1100 (1986)
- 2) 堀川一男, 滝口周一郎, 大久保秀世, 石津善雄, 金指元計 ; 各種金属材料および防錆被覆の大気腐食に関する研究 (第5報) , 防食技術, 16, 153-158 (1967)
- 3) Graedel, T. E., ; Copper patinas formed in the atmosphere -1. Introduction, Corrosion Science, 27, 639-657 (1987)
- 4) 外川靖人 ; 大気腐食性の分類システムに関する国際共同暴露試験 (ISOCORRAG) について, 防錆管理, 37, 55-66 (1993)
- 5) 久松敬弘 ; 錆層をもつ鋼の大気腐食, 防食技術, 20, 207-212 (1971)

(5.4) 参考文献

- 1) John H. Seinfeld; Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution, John Wiley & Sons, ISBN 0-471-82857-2 (1986)
- 2) Chalson, R. J. et al.; The direct measurement of atmospheric light scattering coefficient for studies of visibility and pollution. Atmospheric Environment, 1, 469-478 (1967)

(5.5) 引用文献

- 1) 悪臭法令研究会 ; 新訂ハンドブック悪臭防止法, ぎょうせい (1996)
- 2) 永田好男, 竹内教文 ; 三点比較式臭袋法による臭気物質の閾値測定結果, 日本環境衛生センター所報, 17, 77-89 (1990)
- 3) 高木貞敬, 渋谷達明 ; 匂いの化学, 朝倉書店 (1996)
- 4) 川崎通昭 ; 住まいとにおい(2), 臭気の研究, 25, 227-233 (1994)