HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	水産都市における加工場よりの大気汚染物質の排除対策に関する研究：第3報 臭気ガスの大気拡散および臭突の有効高さについて
Author(s)	元広, 輝重; 寺地, 斉
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 20(3), 235-241
Issue Date	1969-11
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/23398
Type	bulletin (article)
File Information	20(3)_P235-241.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

水産都市における加工場よりの大気汚染物質の排除対策に関する研究
第3報　臭気ガスの大気拡散および臭突の有効高さについて

元　広　輝　重*・寺　地　　斉**

Studies on the Prevention of Offensive Odour from Fish Processing Plants
III. Diffusion of the odourous gas in air and effective height of an exhaust stack

Terushige MOTOHIRO and Hitoshi TERACHI

Abstract

A study was made to determine the relation of chemical composition of odourous gas and the degree of odour intensity at places of various distances from a fish processing firm. The original odourous gas consisted of ammonia, trimethylamine, hydrogen sulfide, and indol. Out of them, those of small amount disappered and the degree of odour intensity reduced logarithmically as the distance receded from the firm. The data contributed to the calculation of an effective height of the exhaust stack of the firm. The effective height was calculated from the following equation:

$$C = 2.8 \times 10^{-3}\ F_1\ (h/H)/UX\theta h$$

U; average velocity of wind (m/sec), X; distance of the lee side (km), θ; diffusion angle of odourous gas in crossways (°), h; diffused height of odourous gas (m), H; effective height (m), F_1 (h/H); factor.

The effective height should be higher than 20 m, considering the meteorological condition of the town.

緒　　言

さきに，主としてイカおよびその廃棄物を処理する水産加工場近辺において，臭気ガスの化学組成を検索し，臭気ガス中に酸，塩基および中性物質の存在を確認し，その結果を前報[1]に報告した。しかし，嗅覚に感じられる臭気の強さは，臭気発生源より遠距離になるにしたがって，次第に減じ，ついにはある距離に達すればまったく感知されなくなる。したがって，このような臭気発生源からの距離にによって，原臭ガスの臭気成分が当初のままの組成で維持されるとは考えられない。よって，本研究では臭気発生源より距離を異にする地点で，嗅覚に感知される臭気の強さと臭気ガスの化学成分について検討することにした。また，一般には水産加工場の臭気ガスは臭突から大気中に放出される

* 北海道大学水産学部食品製造学講座
(*Laboratory of Marine Food Technology, Faculty of Fisheries, Hokkaido University*)
** かねさ味噌株式会社研究室
(*Research Laboratory of Kanesa Miso Co. Ltd.*)

が，この場合，臭気ガスの大気拡散を支配する因子，すなわち風速，大気安定度などの外部要因は煤煙の場合と差異がないから，臭突より排出される臭気ガスは煤煙と同様な過程をへて大気中に拡散すると考えることができる[2]。

ここで，臭気ガスの大気拡散および臭突の有効高さについて検討したので，以下得られた結果を報告する。

実 験 の 部

1 臭気発生源および採取地点

臭気発生源としては函館市内の配合飼料工場を選んだ。この理由は選定した工場近辺は比較的平坦な地域で，高層建築および他の臭気の発生源が存在せず，実験条件を複雑化する地理的要素が少ないこと，および官能的に感知される臭気の強さが他種加工場より発生する臭気より強く，発生源から遠距離でも比較的識別が容易と考えられたことなどによる。

臭気ガスの採取地点は Fig. 1 に示すように臭気発生源を中心とする半径 50 m, 100 m, 300 m, 500 m の同心円と中心から南東方向に伸びる直線の交点とした。採取地点を臭気発生源の南東方向に選んだのは函館市においては一般に北西風が多いからである。

2 臭気ガス採取時の気象状況

臭気ガスの大気拡散ができるだけ一様に行なわれるような気象状況を考慮し，無風，気温 22°C, 快晴，湿度 57% の条件下で臭気を採取した。

3 臭気ガスの捕集法

前項に述べた臭気ガス捕集地点において，50×50 cm の濾紙数枚を戸外におき，それぞれの濾紙上に活性アルミナ約 500 g を撒積して，約 6 時間放置し，臭気ガス成分を吸着させた。その後臭気ガスを吸着した活性アルミナを広口びんに集め，密栓をほどこして実験室に持ち帰り，ガス・クロマトグラフィーの試料に供した。

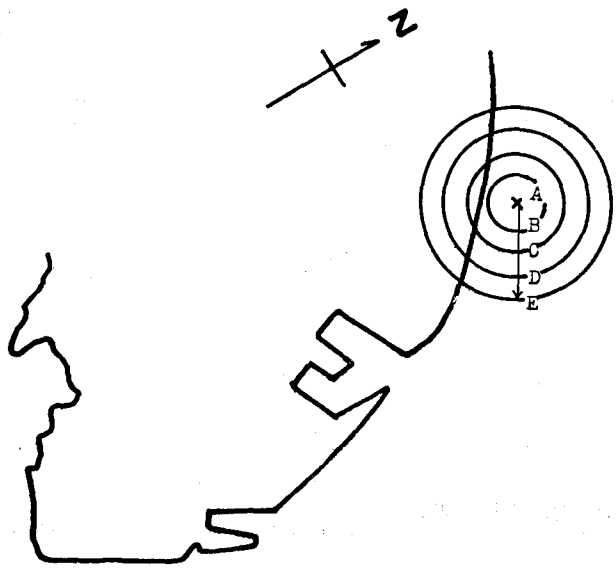


Fig. 1. Sampling places of odourous gas at various distances from a fish processing firm

4 測定項目および方法

(1) ガス・クロマトグラフィー：活性アルミナに吸着された臭気ガス成分を実験室内でメタノール抽出し，抽出液を 40°C において減圧濃縮し，濃縮液を脱水芒硝で処理した後，ガス・クロマトグラフにより臭気成分の分析を行なった。この場合，キャリヤーガスとしてヘリウム，ブリッヂカレント 200 mA，ガス圧力，0.5 kg/cm², カラム D.O.P. カラム温度 125°C とした。供試臭気成分は純粋薬品を用い上記同一条件で対比し，同定した。

(2) 官能検査による臭気の判定：臭気ガス採取地点で 5 名の官能検査員により，臭気の強さの程度を判定した。

臭気の強さの程度は次の基準により判定した。

卌：きわめて強く感じられる臭気

卄：上記より弱いが，強く感じられる臭気

＋：普通程度に感じられる臭気

±：注意すれば識別できる程度の臭気

－：嗅覚では感じられない臭気

なお，官能検査員については，あらかじめ実験室で濃度を異にする臭気ガスを用い，判定基準を習熟させておいた。

(3) 臭気濃度：前報[5] に述べた方法に準じて測定した。

5 臭気ガス濃度の算出法

臭気ガス発生源から大気中を拡散する場合，風速および日射量を因子とする大気安定度により影響されるが，1 分間に放出される質量を 1（質量の単位は任意で 1 mg/min ならば濃度は mg/m³ となる）とすれば正規分布をしている臭気ガスの濃度は次式で求められる[3]。

$$C = \frac{2.8\times10^{-3}}{U X \theta h} F_1\ (h/H)\ \text{質量}/m^3 \qquad (2\cdot1)$$

(2·1) 式において，U は平均風速 (m/sec)，x は風下方向の距離 (km)，θ は臭気の横方向の広がりの角度（度数），h は縦方向の広がり (m)，単位の調整は定数 2.8×10^{-3} に全部含まれる。$F_1(h/H)$ は臭気ガスの高さに関係する因子で，H は臭突の高さ，または有効高さ (m) である。

結果および考察

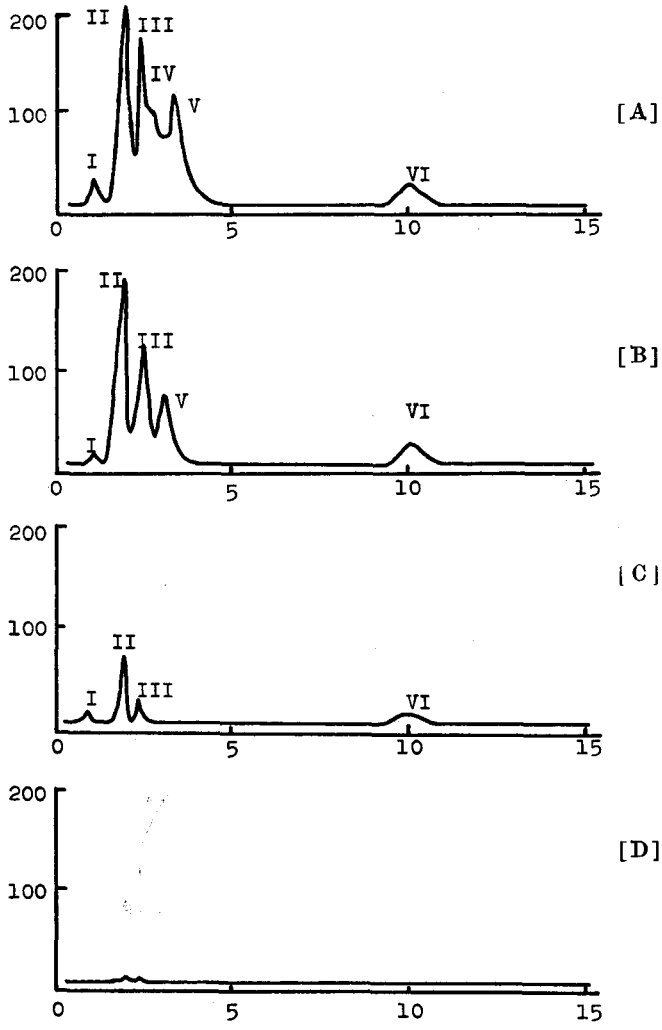
フィッシュ・ソリュブルを原料とする配合飼料工場より発生する臭気ガスの大気拡散状態を検討し，臭気発生源よりの距離別に臭気組成の変化をガス・クロマトグラフィーによって検索した結果を示せば，Fig. 2 のようである。

Fig. 2 (A) は発生源附近の大気中の臭気ガスの化学組成を示すが，これによれば，トリメチルアミン，硫化水素，アンモニア，インドール，水のほかに，未同定の一成分が認められる。この結果は前報[1] における実験結果と大差ない。

臭気発生源より約 50 m 離れた地点での，臭気ガスの化学組成は，Fig. 2 (B) に示す。これによれば，臭気発生源で検出される臭気組成のうち，未同定の一成分は消失するが，それと同時に他の臭気組成は量的にはかなり減少していると思われる。

臭気発生源から約 100 m 離れた地点での臭気ガスの化学組成は，Fig. 2 (C) に示す。この結果では，インドールに相当する部分が消失し，臭気組成の減少が目立つ。また，残存する臭気ガスの成分量もいっそう減少していることが推察される。

臭気発生源から 300 m および 500 m 離れた，(D) および (E) 地点では，ガス・クロマトグラフィーによって，臭気ガス成分はまったく検出されない。しかし，官能検査結果によれば，(D) 地点でも臭



I ; Trimethylamina, II ; Hydrogen sulfide, III ; Ammonia, IV ; Unknown, V ; Indol, VI ; Water

Fig. 2. Odourous constituents in the air at various distances from a fish processing firm

気を感知する場合があるので，この地点でも微量ではあるが，臭気ガス成分が存在するものと思われる。

つぎに，官能検査により上記各地点における臭気の程度を測定した結果を Table 1 に示す。

Table 1 において，(C) 地点では5名の検査員全員が一応臭気を感じているが，そのうち1名は臭気が微弱で，わずかに識別できる程度という。また，(D) 地点では5名の検査員のうち，3名までが臭気を識別できるが，他の2名はまったく臭気を感じないという。

この結果によれば，発生源から約 100 m 離れた地点までは，程度の差はあっても臭気としてはかなり明瞭に感じられるが，約 300 m 以上離れた地点では，臭気は特に意識しなければ識別できないとい

えよう。ただし，本実験では無風の場合を前提としているため，臭気ガスは発生源を中心として，同心円状に拡散し，これに対して，多少なりとも風の存在を考慮すれば，臭気ガスは発生源より風下に向って濃縮された状態で拡散するであろう。したがって，臭気発生源より 300 m 以上離れた地点でも臭気の識別は可能であろう。

悪臭発生源からの距離別臭度件数に関する調査結果[4] によれば，発生源から約 50 m までは，明らかに臭気を識別する件数が約 70 件とすると，100 m 近辺ではそれが約 40 件に減少し，100 m 以上の距離では件数の減少率は少ない。したがって，臭気ガス濃度は発生源を中心として半径 50 m の円の範囲内ではかなり高濃度であるが，その範囲外で発生源より遠距離になれば急激にガス濃度が減少すると考えられる。この結果は，本実験結果と比べ，ほぼ同様の傾向が認められる。

臭気ガスが風下に向かって拡散する場合，臭突の高さを 10 m，風速 5 m/sec，夏期において悪臭が顕著に識別される気象条件下で，臭突よりの臭気ガス量を 5 mg/min. として，臭気ガス濃度を (2·1) 式から求めると，Table 2 のようである。なお，同表には同一測定地点において臭気濃度を測定し[5]，

Table 1. Organoleptic inspection data of offensive odour

Place of observation	Degree of smell	Degree of response	Remarks
A	+++	5/5	Fish processing firm
B	++	5/5	Place of 50m from the firm
C	+～+−	5/5	Place of 100m from the firm
D	+−～−	3/5	Place of 300m from the firm
E	−	0/5	Place of 500m from the firm

Table 2. Odourous gas concentration, odour intensity and degree of smell at places of various distances from a fish processing firm

Effective height of exhaust stack (m)	Velocity of wind (m/sec.)	Distance of lee side from the firm (m)	Gas conc. (mg/m³)	Odour intensity (ml)	Degree of smell by organoleptic inspeciton
10	5	100	2.3×10^{-5}	600	++
10	5	200	1.3×10^{-5}	300	+
10	5	300	7.5×10^{-6}	100	+−
10	5	500	3.0×10^{-6}	50	+−
10	5	700	1.6×10^{-6}	5	−
10	5	1000	7.5×10^{-7}	0	−

Table 3. Relation between height of exhaust stack and gas concentration

Height of exhaust stack (m)	Gas conc. in summer (cloudy) (mg/m³)	Ave.gas conc.per year (mg/m³)
10	3.4×10^{-6}	1.5×10^{-6}
20	3.0×10^{-6}	7.5×10^{-7}
30	2.4×10^{-6}	1.5×10^{-7}
40	1.7×10^{-6}	1.3×10^{-7}
50	1.0×10^{-6}	3.0×10^{-8}

その結果も併示した。

Table 2 において，臭気発生源から風下へ遠距離になるにしたがい，ガス濃度および臭気濃度ともに減少するが，これを官能検査による臭気の程度と対比するに，風下距離が 700 m 以上となれば臭気が感じられなくなり，この場合，ガス濃度は 3.0×10^{-6} から 1.6×10^{-6} mg/m^3 の範囲内にある。したがって，臭突の設置に際して，臭気ガスの発生源からできるだけ近距離において，ガス濃度が少くとも 3.0×10^{-6} mg/m^3 となるように設計する必要があろう。

Table 4. Meteorological data in a fishery town

Month	Average temp. (°C)	Average humidity (%)	Average velocity of wind (m)
Jan.	−2.6	79	5.0
Feb.	−1.6	78	4.4
Mar.	2.6	72	4.7
Apr.	7.3	70	3.4
May	12.6	71	3.5
Jun.	15.6	79	3.0
Jul.	20.0	85	2.5
Aug.	22.7	85	2.3
Sept.	17.4	78	2.9
Oct.	12.9	81	2.3
Nov.	6.8	73	3.8
Dec.	−1.6	82	3.7

Table 5. Frequency of direction of wind in a fishery town (Days)

Direction of wind	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
N			1	7	6	3	1	5	3	2			28
NNE			1	3	2	2	2	2	3	4			19
NE	1						1		1	3	1		7
ENE	1	1	1	2	2	6	4	5	4	4			30
E				1	3	3			3	2			12
ESE			1					1					2
SE				1	1								2
SSE			1			1							2
S		2		1			1				1	3	8
SSW		1	1		1		3	1		1	5		13
WSW	13	9	7	2	4	5	5	2	3	6	5	13	74
SW	5	4	4	2	2	2	5	4	2	4	3	6	43
W	9	7	11	6	4		2	1	4	3	10	4	61
WNW	2	4	2	4	3		2	1	4	1	5	3	31
NW				1	1	5	1	6		1		1	16
NNW			1		2	3	4	3	3			1	17
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365

ここで，上記と同一条件，すなわち風速 5 m/sec，夏期悪臭の最も顕著に識別される気象条件で，臭突より排出される臭気ガス量を 5 mg/min，発生源からの距離を 500 m とした場合，臭突の高さの変化によるガス濃度の変化を (2·1) 式により求めると，Table 3 のようになる。

この結果から，上記条件下において，官能的に臭気が識別されなくなるガス濃度とするには，臭突の高さは少なくとも 20 m としなければならない。なお，Table 3 において，年間平均として表わされた臭突の高さとガス濃度との関係は，

$$C=\frac{fd}{fM}\cdot\frac{6.4\times10^{-6}}{U\cdot x\cdot h}F_1\ (h/H) \qquad (2\cdot2)$$

より求められる[6]。

ただし，fd はある風向の頻度，fM は平均の風向き頻度，U は平均風速である。

いま，年間の気象状況を Table 4 の例でみれば，風向きは西南西が多く，平均風速は 3.5 m である。また，風向きの頻度が Table 5 のように観測されれば，(2·2) 式に $fd=6.2(\%)$，$fM=20.3(\%)$，$U=3.5(\mathrm{m})$ をそれぞれ代入し，Table 3 に示すように年間平均のガス濃度の各数値が得られる。

この結果によれば，同じ高さの臭突から臭気ガスを大気中に放出するとき，年平均のガス濃度は夏期におけるガス濃度より小の値を示し，したがって，本実験で対象とした水産都市での夏期における臭気の識別件数は年間を通じて多いことが推察される。なお，本実験では臭気ガスの比重，臭突排出口での温度および大気拡散における地形の影響などを考慮外においたが，実際にはこれらの要素は臭気ガスの大気拡散に介入すると考えられ，今後の検討が望まれる。

要　　約

フィッシュ・ソリュブルを原料とする配合飼料工場より発生する臭気ガスの大気拡散，および風速と大気安定度を考慮して臭突の有効高さを検討し，アンモニア，トリメチルアミン，硫化水素，インドールなどの臭気ガス成分は，発生源より無風状態において約 300 m 以上の距離があれば識別されなくなり，このときのガス濃度は 3.0×10^{-6}～1.6×10^{-6} mg/m^3 となることを認めた。また，臭突の有効高さは 20 m 以上が適当といえる。

文　　献

1) 谷川英一・元広輝重・秋場　稔 (1964). 北大水産彙報 **15** (1), 42.
2) 木村恒行・木村耕三 (1964). 産業公害, 299 頁. 東京；日刊工業新聞社.
3) Pasquill, F. (1961). *Met. Mag.* **90**.
4) 北海道衛生部 (1966). 北海道の悪臭実態調査報告　第 1 報
5) 元広輝重・寺地　斉 (1969). 北大水産彙報 **20** (2), 134.
6) 伊藤昭三 (1964). 第 23 回電力気象全国研究検討会.