

【技術分類】 2-3-2 素材／物性・分析／閾値

【技術名称】 2-3-2-1 閾値

【技術内容】

嗅覚でにおいを知覚することのできる有香物質の限界の濃度をその有香物質の臭閾値という。またにおいの種類を判別することのできる限界濃度を閾値という。においの場合の閾値は空気中の濃度が望ましいが実験上濃度計測や装置の点で面倒なため、水や無臭溶媒で薄めて測定することも多い。例えば、食品工業の場合の閾値は実用上水または食品中の匂い物質の濃度を用い、気中濃度を用いることはない。におい物質の閾値測定結果を図表1に示す。単位はppmであるが、ppmよりもppb、場合によってはpptで表すのが望ましいものも多い。

【図表1】

(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   |            |          | フェノール・クレゾール |               |           | その他の酸素化合物 |                  |           |
| 1      | 二酸化イオウ          | 0.87      | 1      | アセトン       | 42       | 1           | フェノール         | 0.0056    | 1         | 2-ヒドロキシナール       | 0.58      |
| 2      | 硫化水素            | 0.055     | 2      | メチルアセトン    | 0.44     | 2           | o-クレゾール       | 0.00028   | 2         | 2-n-ヒドロキシナール     | 0.043     |
| 3      | 硫化水素            | 0.00041   | 3      | メチルイソブチル   | 0.028    | 3           | m-クレゾール       | 0.00010   | 3         | 1-ヒドロキシ-2-プロパノール | 0.16      |
| 4      | 硫化メチル           | 0.0030    | 4      | メチルプロピル    | 0.50     | 4           | p-クレゾール       | 0.000054  | 4         | 2-ヒドロキシエタノール     | 0.049     |
| 5      | メチルメルカプタール      | 0.00014   | 5      | メチルブチル     | 0.024    | アミン類        |               |           | 5         | ジオスミン            | 0.0000065 |
| 6      | 硫化エチル           | 0.000033  | 6      | メチルペンチル    | 0.17     | 1           | メチルアミン        | 0.035     | 6         | オゾン              | 0.0032    |
| 7      | 硫化アリル           | 0.00022   | 7      | sec-ブチル    | 0.024    | 2           | tert-ブチル      | 0.17      | 7         | フラン              | 9.9       |
| 8      | 二硫化炭素           | 0.21      | 8      | tert-ブチル   | 0.043    | 3           | ジメチルアミン       | 0.033     | 8         | 2,5-ジメチルフラン      | 0.093     |
| 9      | 二硫化メチル          | 0.0022    | 9      | sec-ブチル    | 0.0068   | 4           | ジエチルアミン       | 0.048     | 芳香族炭化水素   |                  |           |
| 10     | 二硫化エチル          | 0.0020    | 10     | tert-ブチル   | 0.0021   | 5           | トリメチルアミン      | 0.000032  | 1         | ベンゼン             | 2.7       |
| 11     | 二硫化アリル          | 0.00022   | 11     | ジブチル       | 0.000050 | 6           | トリエチルアミン      | 0.0054    | 2         | トルエン             | 0.33      |
| 12     | メチルメルカプタール      | 0.000070  | エステル類  |            |          | その他の窒素化合物   |               |           | 3         | スチレン             | 0.035     |
| 13     | メチルメルカプタール      | 0.0000087 | 1      | 酢酸         | 0.0060   | 13          | 二酸化窒素         | 0.12      | 4         | エチルベンゼン          | 0.17      |
| 14     | n-プロピルメルカプタール   | 0.000013  | 2      | プロピオン酸     | 0.0057   | 14          | アンモニア         | 1.5       | 5         | n-キシレン           | 0.38      |
| 15     | イソプロピルメルカプタール   | 0.0000060 | 3      | n-酪酸       | 0.00019  | 15          | アセトニトリ        | 13        | 6         | m-キシレン           | 0.041     |
| 16     | n-ブチルメルカプタール    | 0.0000028 | 4      | イソ酪酸       | 0.0015   | 16          | アクリロニトリ       | 8.8       | 7         | p-キシレン           | 0.058     |
| 17     | イソブチルメルカプタール    | 0.0000068 | 5      | n-吉草酸      | 0.000037 | 17          | メタクリロニトリ      | 8.0       | 8         | n-プロピルベンゼン       | 0.0038    |
| 18     | sec-ブチルメルカプタール  | 0.000030  | 6      | イソ吉草酸      | 0.000078 | 18          | ピリジン          | 0.063     | 9         | イソプロピルベンゼン       | 0.0084    |
| 19     | tert-ブチルメルカプタール | 0.000029  | 7      | n-カプロン酸    | 0.00060  | 19          | インドール         | 0.00030   | 10        | 1,2,4-トリメチルベンゼン  | 0.12      |
| 20     | n-ペンチルメルカプタール   | 0.0000078 | 8      | イソカプロン酸    | 0.00040  | 20          | スカトール         | 0.0000056 | 11        | 1,3,5-トリメチルベンゼン  | 0.17      |
| 21     | イソペンチルメルカプタール   | 0.0000077 | アルコール類 |            |          | 21          | メチルオキシ        | 0.026     | 12        | o-メチルベンゼン        | 0.074     |
| 22     | n-ヘキシルメルカプタール   | 0.000015  | 1      | ギ酸メチル      | 130      | 鎖式飽和炭化水素    |               |           | 13        | m-メチルベンゼン        | 0.018     |
| 23     | チオフェン           | 0.00056   | 2      | ギ酸エチル      | 2.7      | 1           | プロパン          | 1500      | 14        | p-メチルベンゼン        | 0.0083    |
| 24     | メチルチオフェン        | 0.00062   | 3      | ギ酸n-プロピル   | 0.96     | 2           | n-ブタン         | 1200      | 15        | o-ジメチルベンゼン       | 0.0094    |
| アルデヒド類 |                 |           | 4      | ギ酸イソプロピル   | 0.29     | 3           | n-ペンタン        | 1.4       | 脂環式炭化水素   |                  |           |
| 1      | ギ酸メチル           | 33        | 5      | ギ酸n-ブチル    | 0.087    | 4           | イソペンタン        | 1.3       | 1         | メチルシクロペンタン       | 1.7       |
| 2      | ギ酸エチル           | 0.52      | 6      | ギ酸イソブチル    | 0.49     | 5           | n-ヘキサ         | 1.5       | 2         | シクロヘキサン          | 2.5       |
| 3      | n-プロピルギ酸        | 0.094     | 7      | 酢酸メチル      | 1.7      | 6           | イノキサン(2-MPen) | 7.0       | 3         | メチルシクロヘキサン       | 0.15      |
| 4      | イソプロピルギ酸        | 26        | 8      | 酢酸エチル      | 0.87     | 7           | 3-メチルペンタン     | 8.9       | 塩素及び塩素化合物 |                  |           |
| 5      | n-ブチルギ酸         | 0.038     | 9      | 酢酸n-プロピル   | 0.24     | 8           | 2,2-ジメチルペンタン  | 20        | 1         | 塩素               | 0.049     |
| 6      | イソブチルギ酸         | 0.011     | 10     | 酢酸イソプロピル   | 0.16     | 9           | 2,3-ジメチルペンタン  | 0.42      | 2         | ジクロロメタン          | 160       |
| 7      | sec-ブチルギ酸       | 0.22      | 11     | 酢酸n-ブチル    | 0.016    | 10          | n-ヘプタン        | 0.67      | 3         | クロロホルム           | 8.8       |
| 8      | tert-ブチルギ酸      | 4.5       | 12     | 酢酸sec-ブチル  | 0.0024   | 11          | イノキサン(2-MHex) | 0.42      | 4         | トリクロロエチレン        | 8.9       |
| 9      | n-ペンチルギ酸        | 0.10      | 13     | 酢酸tert-ブチル | 0.071    | 12          | 3-メチルヘキサン     | 0.84      | 5         | 四塩化炭素            | 4.6       |
| 10     | イソペンチルギ酸        | 0.0017    | 14     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   | 13          | 3-メチルヘキサン     | 0.37      | 6         | トリクロロエチレン        | 0.77      |
| 11     | sec-ペンチルギ酸      | 0.29      | 15     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   | 14          | 2,2-ジメチルヘキサン  | 4.5       |           |                  |           |
| 12     | tert-ペンチルギ酸     | 0.088     | 16     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |
| 13     | n-ヘキシルギ酸        | 0.0060    | 17     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |
| 14     | n-ヘプタギ酸         | 0.0048    | 18     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |
| 15     | n-オクタギ酸         | 0.0027    | 19     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |
| 16     | イソオクタギ酸         | 0.0093    | 20     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |
| 17     | n-ノニルギ酸         | 0.00090   | 21     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |
| 18     | n-デシルギ酸         | 0.00077   | 22     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |
| アルデヒド類 |                 |           | 23     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |
| 1      | ギ酸メチル           | 0.50      | 24     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |
| 2      | ギ酸エチル           | 0.0015    | 25     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |
| 3      | ギ酸n-プロピル        | 0.0010    | 26     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |
| 4      | ギ酸イソプロピル        | 0.00067   | 27     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |
| 5      | ギ酸n-ブチル         | 0.00035   | 28     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |
| 6      | n-ペンチルギ酸        | 0.00041   | 29     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |
| 7      | イソペンチルギ酸        | 0.00010   | 30     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |
| 8      | n-ヘキシルギ酸        | 0.00028   | 31     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |
| 9      | n-ヘプタギ酸         | 0.00018   | 32     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |
| 10     | n-オクタギ酸         | 0.00010   | 33     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |
| 11     | n-ノニルギ酸         | 0.00034   | 34     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |
| 12     | n-デシルギ酸         | 0.00040   | 35     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |
| 13     | アロエ             | 0.0036    | 36     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |
| 14     | メタクリル           | 0.0085    | 37     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |
| 15     | メタクリル           | 0.023     | 38     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |
|        |                 |           | 39     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |
|        |                 |           | 40     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |
|        |                 |           | 41     | 酢酸n-ヘキシル   | 0.0018   |             |               |           |           |                  |           |

出典：嗅覚とにおい物質 1998年9月20日、川崎通昭、堀内哲嗣郎著、社団法人におい・かおり環境協会発行、14頁 表1-2 嗅覚閾値測定結果（物質数：222）（単位：ppm）

次に、食品中に見出される代表的な匂い物質の閾値を図表2にまとめた。

【図表2】

| 化合物名                  | 食品名      | 閾 値<br>(水中 ppb)      |
|-----------------------|----------|----------------------|
| 酪酸 [18]               | バター      | $8.1 \times 10^3$    |
| バニリン [19]             | バニラ豆     | $2.0 \times 10^2$    |
| 青葉アルデヒド [20]          | 野菜       | $1.7 \times 10$      |
| $\gamma$ -デカラクトン [21] | モモ       | $7.0 \times 10^{-1}$ |
| ソトロネン [22]            | ハチミツ     | $1.0 \times 10^{-2}$ |
| 1-パラメンテン-8-チオール [23]  | グレープフルーツ | $1.0 \times 10^{-4}$ |

化合物名中の数値は構造式を示すものであるが省略する

出典：最新 香料の事典 2000年5月10日、荒井綜一、小林彰夫、矢島泉、川崎通昭著、株式会社朝倉書店発行、8頁 表2.3 食品中から見いだされた香気物質の例と香りの強さ  
(表の下に構造式(と番号)を含む)

【図表2の説明】 閾値が高いほど、その匂いは弱いことになる。図表2に見られるように、酢酸とp-メンテン-8-チオールの閾値間にはほぼ $10^8$ 倍の差があり、このような大きな変動域を示すのも匂い物質の特性であり、天然香気中の微量成分が匂いの性格を大きく変える原因でもある。

図表3にサンショオール類およびカプサイシンの検知閾値およびスコビル値を示している。5%スクロール中における各サンショオールの閾値は官能検査に参加した14人より、のべ15~22人の回答を得た結果である。

【図表3】

| Concentration<br>$\times 10^{-5}$ g/ml              | Sanshool |         |          |          | Hydroxy sanshool |         | Concentration<br>$\times 10^{-8}$ g/ml              | Capsaicin |
|-----------------------------------------------------|----------|---------|----------|----------|------------------|---------|-----------------------------------------------------|-----------|
|                                                     | $\alpha$ | $\beta$ | $\gamma$ | $\delta$ | $\alpha$         | $\beta$ |                                                     |           |
| 20.000                                              |          |         |          |          |                  | ●●●     | 18.0                                                |           |
| 10.000                                              |          |         |          |          | ●●●●             | ●●●●●●  | 12.0                                                | ●●●       |
| 5.000                                               |          |         |          |          | ●●●●●            | ●●●●●●● | 9.0                                                 | ●●●●●●●●  |
| 2.500                                               | ●●●●●●●  | ●●●●●   | ●●●      | ●●●      | ●●●●●            | ●●      | 6.0                                                 | ●         |
| 1.250                                               | ●●●●●    | ●●●     | ●●●●     | ●●●      | ●●●●●            | ●       | 3.0                                                 | ●●        |
| 0.625                                               | ●●●●●    | ●●●●    | ●●●●     | ●●       | ●●               |         |                                                     |           |
| 0.312                                               | ●●●●●    | ●●      | ●●●●●●●  | ●●●●●●●● | ●                |         |                                                     |           |
| 0.156                                               |          | ●       |          |          |                  |         |                                                     |           |
| Mean threshold<br>value<br>( $\times 10^{-5}$ g/ml) | 1.3      | 1.4     | 0.9      | 0.9      | 3.8              | 7.8     | Mean threshold<br>value<br>( $\times 10^{-8}$ g/ml) | 8.6       |
| Scoville<br>( $\times 10^5$ SU, ml/g)               | 0.80     | 0.70    | 1.10     | 1.10     | 0.26             | 0.13    | Scoville<br>( $\times 10^7$ SU, ml/g)               | 1.2       |

Each filled dot represents the choice of a panelist.  
The number of filled dots is the total number of panelists (in the case of sanshools and hydroxy

sanshools)

Samples; Stock solution of each sanshool in EtOH was dissolved in propylene glycol prior to its dilution with a 5% sucrose solution. The final concentrations of EtOH and propylene glycol were set at 0.1% and 0.6% (v/v) respectively.

出典：「Pungent Qualities of Sanshool-Related Compounds Evaluated by a Sensory Test and Activation of Rat TRPV1」、Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry Vol. 69 No. 10 2005 年、Etsuko Sugai、Yasujiro Morimitsu、Yusaku Iwasaki、Akihito Morita、Tatsuo Watanabe、Kikue Kubota 著、社団法人日本農芸化学会発行、1954 頁 Table1. Detection Threshold Values for the Sanshool Compounds and Capsaicin

【図表 3 の説明】香辛料として、サンショウの辛味成分であるサンショオール類の辛味刺激の閾値を検討した研究である。辛味の強さを表すにはスコービル値が用いられ、閾値の逆数で表されるので、値が大きいほど辛いということを表す。

#### 【出典／参考資料】

嗅覚とにおい物質 1998 年 9 月 20 日、川崎通昭、堀内哲嗣郎著、社団法人におい・かおり環境協会発行、12-24 頁

最新 香料の事典 2000 年 5 月 10 日、荒井綜一、小林彰夫、矢島泉、川崎通昭著、株式会社朝倉書店発行、1-620 頁

「Pungent Qualities of Sanshool-Related Compounds Evaluated by a Sensory Test and Activation of Rat TRPV1」、Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry Vol. 69 No. 10 2005 年、Etsuko Sugai、Yasujiro Morimitsu、Yusaku Iwasaki、Akihito Morita、Tatsuo Watanabe、Kikue Kubota 著、社団法人日本農芸化学会発行、1951-1957 頁

「サンショウの辛味とサンショオールの性質」、香料 No. 229 2006 年 3 月、菅井恵津子、久保田紀久枝著、日本香料協会発行、129-137 頁