

## (S6-20) 油汚染調査・対策における油臭判定の定量化のための検討（その2）

○中島 誠<sup>1</sup>・松下 孝<sup>1</sup>・宍戸丈暢<sup>1</sup>・重岡久美子<sup>2</sup>・石井 進<sup>2</sup>・岩崎好陽<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 土壤環境センター・<sup>2</sup> におい・かおり環境協会

### 1. はじめに

2006年に環境省より公表された『油汚染対策ガイドライン ― 鉱油類を含む土壤に起因する油臭・油膜問題への土地所有者等による対応の考え方―』では、鉱油類を含む土壤や地下水に起因する油臭や油膜による生活環境保全上の支障が油汚染問題と定義され、油汚染問題に直面した際の対応の考え方が示されている。油臭や油膜については、それらの程度を人の感覚である嗅覚と視覚により把握することが基本とされており、油臭についてはその程度を判定者の嗅覚に基づいて6段階の表示で判定する方法が示されている（表-1）。しかしながら、人の臭いの感じ方は様々であり、測定者の違いや測定者の体調の違いにより油臭の程度の判定結果に大きな差が生じる場合があるということが油汚染の調査や対策を定量的な評価結果に基づいて行う上で課題となっており、客観的な定量結果を得るための手段が望まれている。

このような課題に対して、著者である岩崎、重岡らは、任意の油臭の程度に対応した標準油含有土壤試料（以下「油臭標準試料」という。）を作製し、それを標準試料として用いて油臭の程度を定量化することを検討している<sup>1)</sup>。この油臭標準試料を油汚染調査・対策の現場で常時使用することが可能になれば、油臭判定者の違いや油臭判定者の体調の違いによる油臭の感じ方の違いをキャリブレーションすることが可能となり、定量性のある油臭の程度の判定結果が得られるようになることが期待される。

著者らは、油臭標準試料の必要性および効果を把握するためには、人の油臭の強さの感じ方のばらつきや油臭標準試料の使用が油臭の程度の判定結果に及ぼす効果を把握することが必要であると考え、「2009 地球環境保護 土壤・地下水汚染浄化技術展」（2009年9月16日～18日、東京ビッグサイト）の会場内に油臭判定体験コーナーを設け、来場者参加型の油臭判定体験企画を実施して373名分のデータを取得した<sup>2,3)</sup>。この2009年度の結果では、油臭標準試料を用いて油臭の感じ方をキャリブレーションしたとしても、単純に油臭の強さの感じ方の個人差の低減につながるわけではなく、油臭の程度の判定結果のばらつきは大きく変化しないという結果になった。また、油臭判定者へ許容される油臭の強さについてアンケートした結果から、油臭であることがわかった段階でその油臭を許容できなくなる人と油臭であることがやっとわかる程度の強さまでの油臭は許容できる人が多いと推察された<sup>2,3)</sup>。

一方、重岡らが他の臭気の少ない試験室内で嗅覚検査に合格した判定者を対象に同様の油臭判定データを収集した結果では、油臭標準試料を用いて油臭の感じ方をキャリブレーションすることにより油臭標準試料の体験前に比べて判定結果のばらつきが抑えられることが確認されており、条件の揃った試験室で油臭の強さを判定するのであれば油臭標準試料の仕様により測定精度が向上することが確認されている<sup>1)</sup>。

今回、さらに多くの人のデータを蓄積し、2009年度に得られた結果が普遍性のあるものであるかどうかを把握し、現場での油含有土壤による油臭の程度の定量化という難問の解決に結びつけていくため、「2010 土壤・地下水環境展」（2010年10月13日～15日、東京ビッグサイト）の会場内に油臭判定体験コーナーを設け、再度、来場者参加型の油臭判定体験企画を実施した。

本稿では、この2010年度に実施した油臭判定体験企画の結果をもとに、人の油臭の強さの感じ方のばらつきや油臭標準試料の使用が油臭の程度の判定結果に及ぼす効果を検討した。

表-1 油臭の程度の6段階表示

段階	内 容
0	無臭
1	やっと感知できる臭い（検知閾値濃度）
2	何のにおいかわかる弱い臭い（認知閾値濃度）
3	らくに感知できるにおい
4	強いにおい
5	強烈な臭い

Study for quantification of oil odor judgment on investigation and countermeasure of oil contaminated soil (part 2)

Makoto Nakashima<sup>1</sup>, Takashi Matsushita<sup>1</sup>, Takenobu Shishido<sup>1</sup>, Kumiko Shigeoka<sup>2</sup>, Susumu Ishii<sup>2</sup>,  
and Yoshiharu Iwasaki<sup>2</sup> (<sup>1</sup>GEPC, <sup>2</sup>JAEO)

連絡先：〒102-0083 東京都千代田区麴町4-2 (社) 土壤環境センター

TEL 03-5215-5955 FAX 03-5215-5954 E-mail [info@gepc.or.jp](mailto:info@gepc.or.jp)

## 2. 油臭判定体験企画の概要

油臭判定体験企画の体験内容は、図-1 に示すとおりとした。油臭判定の体験者（一般来場者）は、まず、油臭の程度未知の油臭標準土壌（試料 A）の油臭の強さを判定する。続いて、油臭の程度 0 のブランク試料および 2 種類の油臭標準試料（油臭の程度 2、3）について臭いを嗅ぎ、それぞれの油臭の程度に対して嗅覚をキャリブレーションする。そして、再度、油臭の程度未知の別の油臭標準試料（試料 B）の油臭の程度を判定する。試料 A・B の油臭判定結果は、0.5 刻みの油臭の程度で回答してもらうこととし、体験者の業種、職種、年齢、性別、油臭の判定経験、臭気資格者資格保有の有無、許容できる油臭の程度等のアンケートへの回答と合わせて判定用紙に記入してもらい、回収した。油臭体験企画の実施風景を写真-1 に示す。

使用した油臭標準試料は、土壌 50 mL を 500 mL 容ガラス製広口瓶に入れ、それぞれの油臭の程度となるよう所定の量の市販軽油を添加して作製した。添加した市販軽油の量は、臭気判定士や香料技術者等の臭気判定経験者計 50 名のデータをもとに決定したもので<sup>1)</sup>、油臭の程度 2 の場合が 0.01 mL、油臭の程度 3 の場合が 0.1 mL である。

濃度未知の油臭標準試料の油臭の程度（正解）は、試料 A、試料 B ともに 3 とした。これら正解の内容については、本企画実施中は公表せず、本企画終了後に公表した。これは、2009 年度において、2 班の内の片方の班で最初に判定する油臭の程度未知の油臭標準試料を臭気の程度 4 としたこと、および 2 版ともキャリブレーション用の油臭標準試料として油臭の程度 4 の試料も使用したことで、嗅覚疲労（強い臭いを嗅いだ後に全ての臭いの感度が低下する現象）が生じ、キャリブレーション実施後の標準油臭試料の油臭の程度を弱めに判定した体験者がいた可能性が考えられるためであり、体験者の嗅覚疲労による油臭判定結果への影響をできるだけ防止するためである。

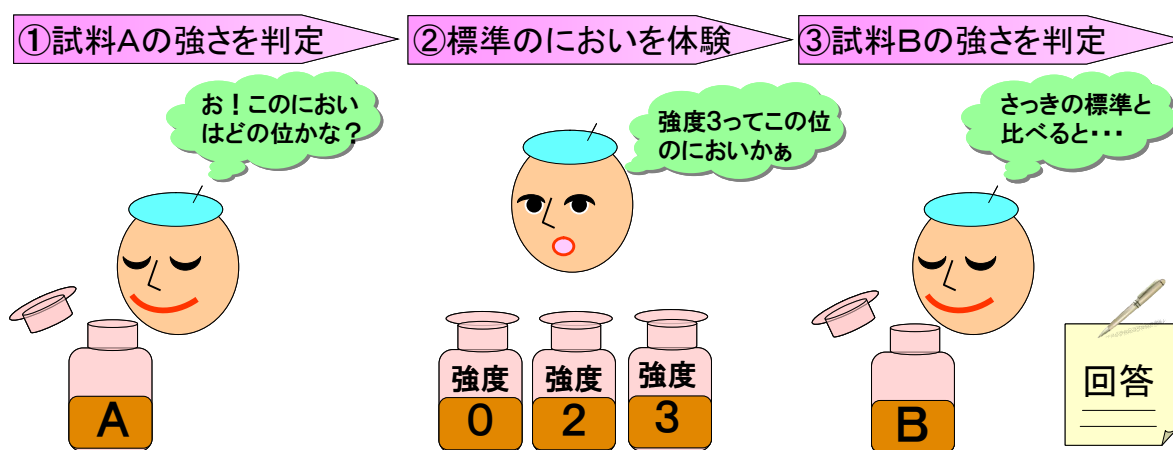


図-1 油臭判定体験企画の体験フロー

## 3. 油臭判定体験企画の実施結果

### 3.1 体験者の総数および構成

本企画は 3 日間を通して盛況であり、体験者数は 213 名（内、試料 A のみ実施者が 2 名）に達した。体験者の性別・年代別割合は図-2 に示すとおりであり、男性が 161 名、女性が 37 名であった。体験者には 8 名の臭気判定士が含まれており、油臭の判定経験は経験なしが 135 名（64%）、2009 年の企画でのみ体験が 44 名（21%）、1～9 回が 13 名（6%）、10～29 回が 4 名（2%）、30 回以上が 10 名（5%）、無回答が 5 名（2%）であった。なお、嗅覚による臭気測定では嗅覚障害をもつ人はパネルとして採用されないが、本企画においては特に嗅覚障害者を除外することは行っていない。



写真-1 油臭判定体験企画の実施風景

体験者が油含有土壌に関係した経験は、建設工事 85、土壌改良 52、土地売買 33、環境調査 27、その他 11 名となっており（複数回答あり）、土木工事において油汚染土壌に関係した人が体験者に多く含まれていた。

### 3.2 油臭判定結果

図-3 に、体験者の油臭判定結果を示す。図中でハッチをかけたところは、油臭標準試料として調製した油臭の程度（正解）を表している。試料 A の平均値 2.37、標準偏差 0.82 に対して試料 B では平均値 2.74、標準偏差 0.72 となっており、油臭標準試料を用いて嗅覚のキャリブレーションを行うことで判定結果が全体として正解に近づき、判定結果のばらつきも少し小さくなる傾向が認められた。

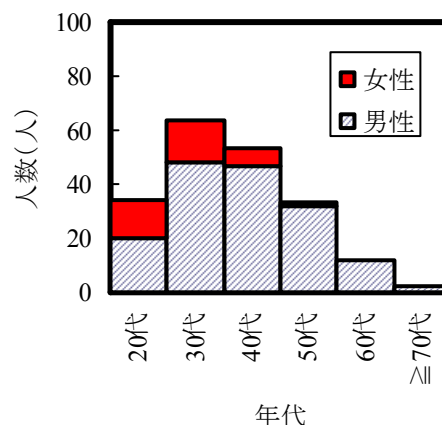


図-2 体験者の性別・年代別構成

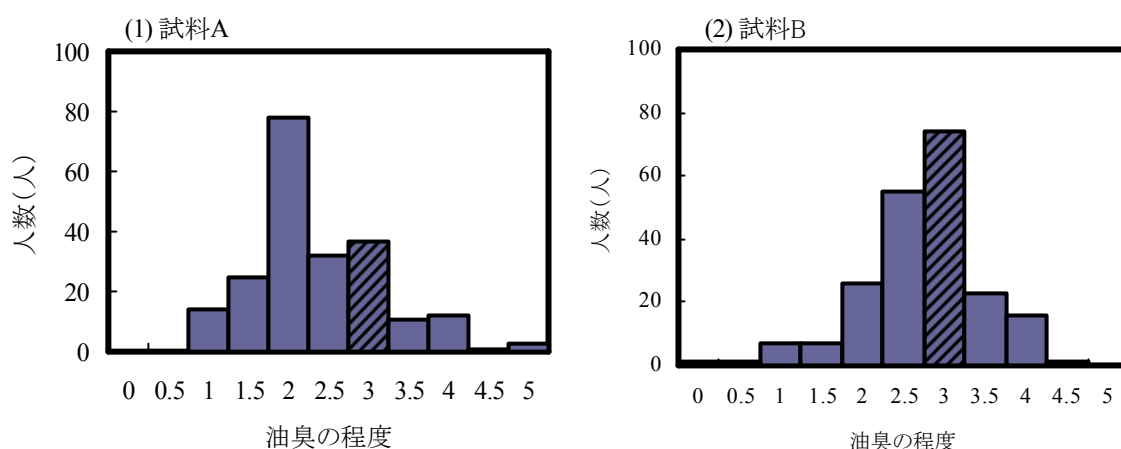


図-3 試料A・Bの油臭判定結果（図中の斜線ハッチ部分は正解者）

### 3.3 性別・年齢の違いによる油臭の感じ方の違い

油臭判定結果を性別で分けてみると、男性が試料 A の平均値 2.32、標準偏差 0.81 に対して試料 B の平均値 2.72、標準偏差 0.72、女性が試料 A の平均値 2.57、標準偏差 0.81 に対して試料 B の平均値 2.74、標準偏差 0.72 となっており、男女間で特に違いは見られなかった。この結果は、油臭標準試料による嗅覚のキャリブレーション実施の有無に関係なく、同じ油臭でも女性の方が男性に比べて強めに感じる傾向があるという 2010 年度の油臭判定体験企画の結果<sup>2)3)</sup>とは一致していない。

図-4 に、性別・年代別の油臭判定結果の平均値および標準偏差を示す。20 代～50 代の男性および 30 代と 40 代の女性では、試料 B の方が試料 A に比べて判定結果の平均値が正解に近くなり、判定結果の標準偏差も小さくなった。一方、60 代と 70 代以上の男性および 50 代の女性では試料 B の判定結果の平均値が試料 A に比べて正解から遠くなっており、20 代と 60 代の男性および 20 代の女性では試料 B の判定結果の標準偏差が試料 A に比べて大きくなっている。なお、70 代以上の男性、40 代の女性および 50 代の女性は判定者がそれぞれ 2 名、6 名、1 名と少なく、統計的なデータとしての信頼性は低い。

### 3.4 油臭標準試料の有効性について

3.2 で前述したとおり、油臭標準試料を用いて嗅覚のキャリブレーションを行うことで判定結果が全体として正解に近づき、判定結果のばらつきも少し小さくなる傾向が認められた。この傾向をさらに詳しく考察するため、試料 A・B の判定結果を正解不正解および正解からの差について、表-3 および図-5 のとおり整理した。

試料 A・B ともに正解が 12 名であり、試料 A 不正解・試料 B 正解が 62 名、試料 A 正解・試料 B 不正解が 25 名であった。正解者数は、油臭標準試料による嗅覚のキャリブレーションにより 27 名から 74 名に大幅に増加した。

試料 A と試料 B の判定結果で正解からの差の大きさを比較すると、同じ大きさの差であったのが①と⑤の 50 名、試料 B の方が正解からの差が小さくなったのは②と④の 115 名、試料 B の方が正解からの差が大きく

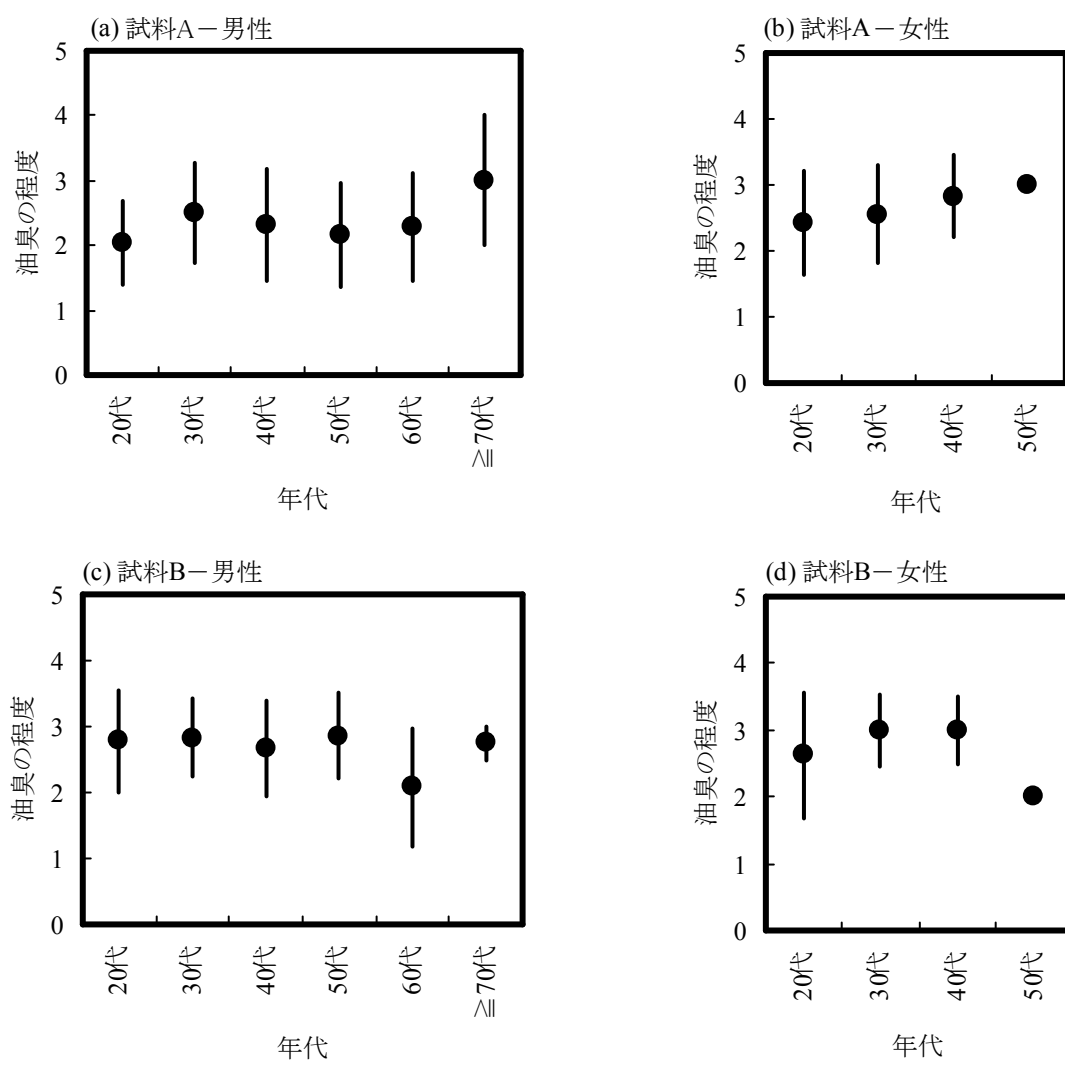


図-4 試料A・Bの性別毎・年代毎の判定結果の平均値及び平均値±1σ

表-2 試料A・Bの判定結果の正解・不正解と正解からの差

内容		人数 (人)	内 訳	人数 (人)
①試料A・Bともに正解		12	—	—
②試料Bのみ正解 (試料Bの方が試料Aより正解との差小)		62	a. 試料Aで正の差	7
			b. 試料Aで負の差	55
③試料Aのみ正解 (試料Bの方が試料Aより正解との差大)		25	a. 試料Bで正の差	19
			b. 試料Bで負の差	6
試料A・B ともに不正解	④試料Bの方が試料Aより 正解との差小	53	a. 試料A・Bともに正の差	4
			b. 試料A・Bともに負の差	13
			c. 試料Aで正の差、試料Bで負の差	2
			d. 試料Aで負の差、試料Bで正の差	34
	⑤試料Bと試料Aで正解と の差が同じ	38	a. 試料A・Bともに正の差	7
			b. 試料A・Bともに負の差	10
			c. 試料Aで正の差、試料Bで負の差	15
			d. 試料Aで負の差、試料Bで正の差	6
	⑥試料Bの方が試料Aより 正解との差大	21	a. 試料A・Bともに正の差	1
			b. 試料A・Bともに負の差	3
			c. 試料Aで正の差、試料Bで負の差	0
			d. 試料Aで負の差、試料Bで正の差	17

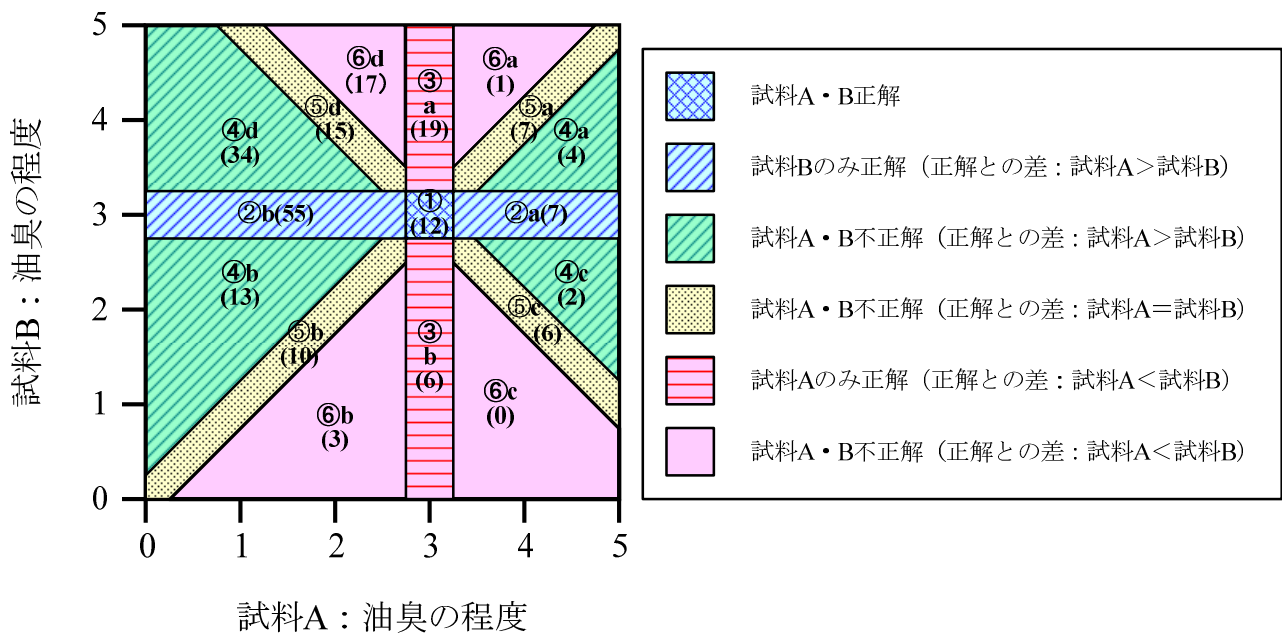


図-5 試料A・Bの判定結果の正解・不正解と正解からの差によるグルーピング結果

なったのは③と⑥の46名であり、55%の人の判定結果が油臭標準試料による嗅覚のキャリブレーションを実施したことにより正解に近づいていることがわかる。

以上のように、油臭標準試料によるキャリブレーションの実施により、試料Bで正解者数が2.7倍に増加し、判定結果と正解の差が小さくなった人が55%を占めていたことから、油臭標準試料によるキャリブレーションを行うことが油臭判定結果の定量的な精度を上げるために有効であったと判断される。

なお、試料Aにおいて、判定結果が正解に油臭の程度を正解よりも低く回答した人が149名と全判定者213名の70%を占めており、臭気判定士や香料技術者等の臭気判定経験者の意見で設定された油臭の程度よりも体験者が直感的に弱めに油臭を感じている傾向が認められた。この傾向は2009年度の油臭判定体験企画でも認められている<sup>2),3)</sup>。この傾向について、嗅覚をキャリブレーションしない状態においては、体験者である一般の人の方が臭気の専門家に比べて油臭に対してやや鈍感であることを表している可能性と、本企画を実施した展示ブースにバックグラウンドとして存在していた他の臭いが影響していた可能性が考えられる。実際の油汚染の現場を考えた場合、調査や対策の現場で油臭を判定するときの条件が様々であり、バックグラウンドとして他の臭いが存在するケースも多い。したがって、このような環境条件の違いや変化に対して油臭標準試料の油臭の程度をどのような環境条件下を想定して設定するかということも課題になってくる。

### 3.5 許容される油臭の強さについて

本企画では、2009年度に引き続き、一連の油臭判定体験を行った後に、体験者が許容できると思う油臭の程度をアンケート用紙に記入してもらった。許容される油臭の強さは油種の違いや風化度による臭いの質の違いによって大きく異なると考えられる。今回のアンケートでは、2009年度と同様、本企画に用いた油臭の程度を想定した回答になっていると考えられる。

回答として得られた「許容される油臭の強さ」をもとに、それぞれの油臭の程度まで許容できる人の割合を整理した結果を、図-6に示す。図中には、2009年度の油臭判定体験企画の際に行った同様のアンケート結果（回答数365名分）<sup>2),3)</sup>も示している。

本年度のアンケート結果では、回答の平均値が1.68、標準偏差が1.05であり、2009年度のアンケート結果（平均値1.45、標準偏差1.15）に近い結果であった。また、

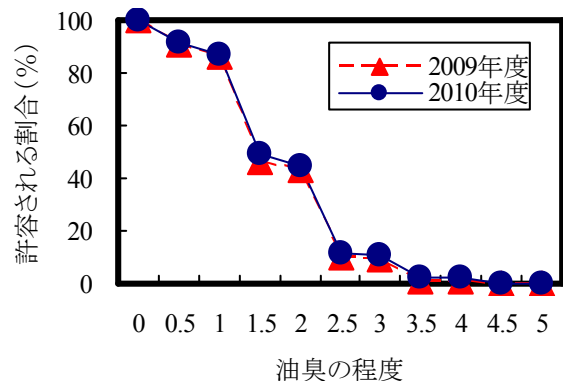


図-6 体験者へのアンケート結果に基づく油臭の程度と許容できる人の割合



図-6に整理したデータにおいても本年度の結果と2009年度の結果はほぼ等しく、全体の86～87%の人は油臭の程度1を許容でき、43～44%の人は油臭の程度2を許容できることがわかる。これが、油臭の程度2.5まで上がると、10～11%の人しか許容できなくなることから、油臭の程度が2.5以上になると多くの人に油汚染問題として認識される可能性が高いことがわかる。

ここで、油臭の程度1の状態では何の臭いかわからず、油臭の程度2の状態では油臭であることが認知されることを考えると、油臭であることを認知した上でそれが許容できなくなる状態は油臭の程度2以上の状態にあると考えるのが妥当であると思われる。したがって、油臭であることがわかった段階で、その油臭を許容できない人とそのレベルの強さの油臭までは許容できる人が多いことを表していると推察される。

#### 4. おわりに

油汚染問題では、油含有土壌・地下水からの油臭・油膜を如何に定量的に扱うかが課題である。油臭を定量的に扱うためには、油臭標準資料を標準試料として用いて油臭の強さの感じ方をキャリブレーションすることが有効であるのは明白であり、その効果の把握と、さらに効果を高めるための検討を行っていくことが重要であると考えられる。

2009年度および今回(2010年度)に実施した油臭判定体験企画は油臭の程度の定量化に向けた取り組みの第一歩である。土壌・地下水中の油を構成する非常に多くの成分に起因し、かつ、人によって感じ方が違う油臭を定量化するという事は非常に難しい課題であるが、油含有土壌・地下水に対する浄化目標の設定や、土壌を移動して使用する際の移動先における潜在的な油汚染問題の可能性の判断、リスクコミュニケーションにおける油臭の判断等、油臭の定量化が必要となる場面は多く存在している。油含有土壌に起因する様々な問題に適切に対処していくためには、このような検討をさらに発展させて行っていくことが重要であると考えられる。

最後に、本企画の実施に協力頂いた(社)におい・かおり環境協会および(社)土壌環境センターの事務局の方々、企画実施当日の運営に協力頂いた(社)土壌環境センター技術委員会実態把握調査部会油オンサイト分析ワーキンググループの有志の方々に感謝の意を表す。

#### 参考文献

- 1) 重岡久美子・岩崎好陽・中辻 康(2010):油汚染土壌の標準臭気強度試料を用いた官能評価結果. 第16回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会講演集, 309～310.
- 2) 中島 誠・松下 孝・岩崎好陽・重岡久美子(2010):油汚染調査・対策における油臭判定の定量化のための検討. 第16回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会講演集, 411～416.
- 3) 中島 誠・松下 孝・岩崎好陽・重岡久美子(2010):油臭判定体験企画実施報告. 土壌環境センター技術ニュース, 17, 35～42.