

堆肥化施設における生物脱臭槽の 適正管理マニュアル

はじめに

ふん尿処理の過程で発生する悪臭への苦情は、畜産環境問題の中でも最も件数が多く、対策が不可欠となっています。都内の畜産農家が実施しているふん尿処理のうち、悪臭に対して最も効果的な方法は、脱臭装置を接続した密閉型堆肥化施設を用いた処理方法です。この方法は、堆肥化施設で発生した悪臭を脱臭槽に導き、オガクズなどの資材に吸着させ、槽内の微生物(アンモニア資化微生物)の働きを利用して脱臭する方法で、生物脱臭と呼ばれます。しかし、生物脱臭槽の能力を効果的に発揮させるには、微生物を槽内に保持するための適切な管理が必要です。

そこで農林総合研究センターでは、都内畜産農家で使用されている生物脱臭槽を調査し、悪臭処理能力に大きな影響を及ぼす充填材や微生物の量的・質的な改善による脱臭能力の向上を検証するとともに、適切な管理方法のポイントをまとめましたので紹介します。

なお、データは平成26～29年度試験課題「生物脱臭槽の悪臭分解能力強化技術開発」により当センターにて分析したものです。

1. 都内脱臭槽調査

調査した都内堆肥化施設の脱臭槽では、オガクズや木質チップなど、全て木質系の脱臭用充填資材を利用していました(表1)。脱臭資材としては木質系のほかにロックウール、軽石等の鉱物系や堆肥などがあります。

表1 都内畜産農家脱臭槽の特徴と性能

農家	畜種	充填材	アンモニア除去率(%)	pH	水分含量(%)
A	乳牛	オガクズ	60	6.5	42
B	豚	木炭 木質チップ	不明	8.3	未測定※
C	鶏	オガクズ	84	8.8	56
D	混合	オガクズ 剪定枝	86	8.1	58
E	豚	木質チップ	98.8	6.7	71
F	鶏	バーク	12.5	9.5	61
G	鶏	バーク	97.8	8.2	51



図1 堆肥化施設と脱臭槽

※常時一定量の水を装置内に還流しているため未測定

畜産施設の臭気は、アンモニアや低級脂肪酸、スカトール、硫化水素などの複合臭ですが、このうち密閉型堆肥化装置から発生する臭気成分は、し尿のような刺激臭を有する高濃度のアンモニアが主体です。

アンモニア除去率(流入したアンモニア臭気がどれだけ除去されているかの割合)が高い脱臭槽ほど優れていると言えますが、調査した施設のなかには除去率の低い槽が一部見られ、脱臭能が十分ではありませんでした。

2. 生物脱臭槽の構造と原理

脱臭槽では、堆肥化施設から排出された高濃度のアンモニアを主体とする臭気が、ブローアで脱臭槽内に導かれ処理されます(図2)。悪臭成分は、槽内の充填資材(代表的なものはオガクズ)に吸着され、資材に含まれる水に溶けて保持された後、アンモニアを酸化する微生物(アンモニア資化微生物)によって亜硝酸イオン、硝酸イオンへ分解されます(図3)。

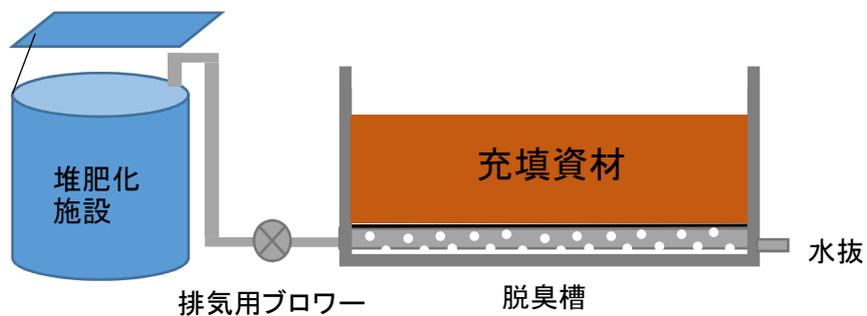


図2 生物脱臭槽の構造(模式図)

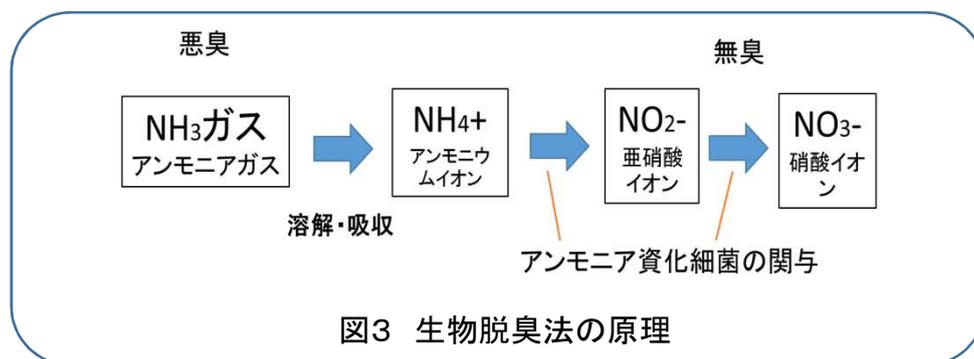


図3 生物脱臭法の原理

今回調査した脱臭槽でも、これらの微生物に関連した遺伝子が存在し、アンモニア除去率の高い槽では、その遺伝子量が多い傾向にありました(表2)。これは、アンモニア資化微生物の働きが旺盛で、生物脱臭槽として効果的に働いていることを示しています。

表2 農家別槽内資材の微生物特性

農家	アンモニア除去率(%)	アンモニア資化関与酵素遺伝子 (log copies/g)		
		<i>amoA</i>	<i>norB</i>	<i>nirK</i>
A	60	4.20	未検出	3.20
C	84	5.70	3.60	3.00
D	86	5.40	3.18	3.50

アンモニア資化関与酵素遺伝子: 微生物が保有し、アンモニアを亜硝酸、硝酸に酸化分解する酵素を作り出す遺伝子のこと。アンモニア資化微生物数と相関するとされている。

3. 充填資材の至適環境

充填資材は、微生物の活性を保つため、水分は40～60%、pHは中性から弱アルカリ性(pH6.5～8.5)にする必要があります。また、微生物の至適温度は25～30℃であり、10℃以下になると極端に活性が低下します。そのため、冬季は脱臭能力が低下します。

(1) 水分

脱臭槽が上部に屋根のない露天槽の場合、降雨による水分補給がある程度期待できます。資材の乾燥対策には散水が考えられますが、広い平面積の槽に均一に散水することは難しく、また余剰の排水を適切に処理する必要があります。これまでの試験結果では、新たに資材を補充することによって、保水力が向上して水分量が高くなることが分かっています。定期的な資材の交換や補充は、脱臭槽の乾燥対策にも有効です。

(2) pH

資材に吸着されたアンモニアは、微生物によって亜硝酸を経て硝酸に変換されますが、最終産物である硝酸塩がpHを下げる原因になります。pHが4以下になったら資材の交換が必要です。

また、高濃度のアンモニアによってpHが9程度まで上昇しアルカリ性に偏りすぎると、微生物数が減少し、脱臭能力が低下します。このため、充填資材が乾燥したり、脱臭槽から排出される臭気が強まってきたら、必要に応じてpHを確認し、充填資材の交換や補充を行いましょう。pHの測定は、充填資材に10倍量の蒸留水を加えて、pHメーターで計測します。詳細は、各農業改良普及センター、東京都農林総合研究センター畜産技術科にご相談ください。

4. アンモニアの特徴と簡易測定法

(1) アンモニアは、空気より軽く、上方に拡散しやすいという特徴を持ちます。臭気の発生量を十分減らすことが第一ですが、臭気ができるだけ希釈されるよう、脱臭槽を新設する際は高い位置での設置を検討してみましょう。

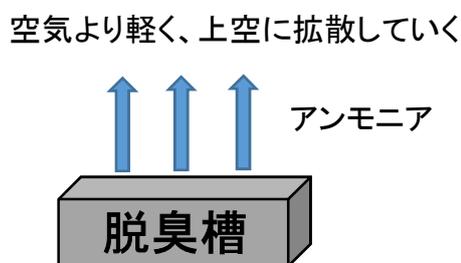


図4 アンモニアの拡散

(2) 臭気簡易測定法

アンモニアは比較的高濃度に発生するため、簡易測定法の一つである検知管法が利用されています。これは検知管に試料ガスを吸引して、変色層の長さからアンモニア濃度を迅速に測定するものです。最終ページに～検知管の基本的な使用方法～を掲載しましたので、自主検査に利用してみてもはいかがでしょうか。

各農業改良普及センター、東京都農林総合研究センター畜産技術科でも実施しますので、ご相談ください。

5. 脱臭槽への資材補充

都内畜産農家の脱臭槽に使用されている代表的な資材であるオガクズとバークについて、資材の補充による脱臭効果を調査しました。また、水分調整のための副資材の利用についても検討しました。

- (1) 資材の補充がほとんど行われておらず、排出されるアンモニアの濃度が高く、能力が低下していると思われるオガクズ脱臭槽について、資材補充の効果を調査しました。資材には、脱臭能力を回復させるため、微生物の追加を目的として、オガクズに土壌や家畜ふん堆肥を加えました。オガクズ、家畜ふん堆肥(東京元気堆肥)、土壌(青梅庁舎敷地内圃場)を 50:1:1(重量比)の割合に調整し、混合した資材を約15m³(50cm重層) 補充しました(図 5)。

補充後、槽から排出されるアンモニア濃度は、半分近くまで低下し(図 6)、補充5か月後には、アンモニア資化関与酵素遺伝子 *amoA* の増加とともに、充填前にはなかった *norB* も検出されました。堆肥や土壌に含まれる微生物の追加によって、脱臭槽としての能力が増強されたものと考えられます(表3)。

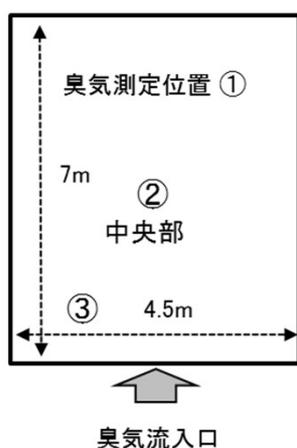


図5 脱臭槽の概略

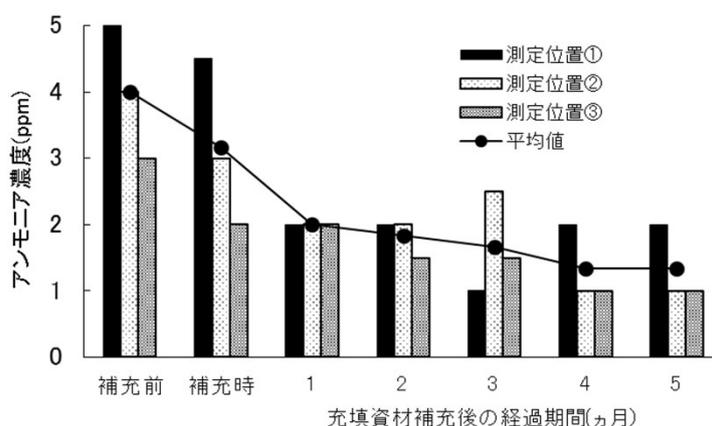


図6 資材補充前後のアンモニア濃度の推移

表3 槽内資材の性状

	p H	水分含量 (%)	アンモニア資化関与酵素遺伝子			
			<i>amoA</i>	<i>nirK</i>	<i>nirS</i>	<i>norB</i>
(log copies/g)						
資材補充前	6.5	42	4.41	3.21	3.41	未検出
資材補充直後	6.2	15	3.43	未検出	未検出	未検出
補充5ヵ月後	7.1	58	5.42	3.76	3.84	2.76

※資材の採取位置は槽中央部の表面から15cm

(2) 同様のオガクズ脱臭槽に対し、水分保持を目的として資材中に高吸水性樹脂(以下、ポリマー)を加えて効果を検討しました。

ポリマーを含む資材を槽全体に約2m³(5cm重層) 補充し(図7)、比較調査したところ、資材の補充によりアンモニア除去率は向上しましたが、添加物によるアンモニア除去率の差は、明確ではありませんでした(図8)。なお、水分保持を目的として使用したポリマーは資材と混和することが難しく、推奨できません。

この槽では、農家による資材の補充が2~3ヵ月毎に実施され、除去率が高く維持されていました(図8)。定期的な管理されているこのような脱臭槽では、アンモニア資化微生物がある程度存在しており、新たに土壌や堆肥を加える必要性はないと考えられます。

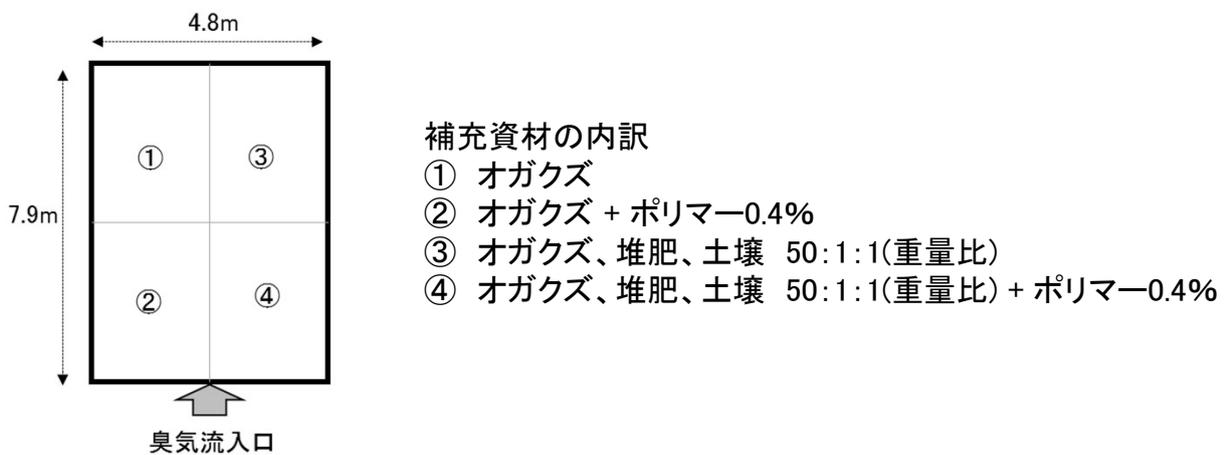


図7 脱臭槽の概略

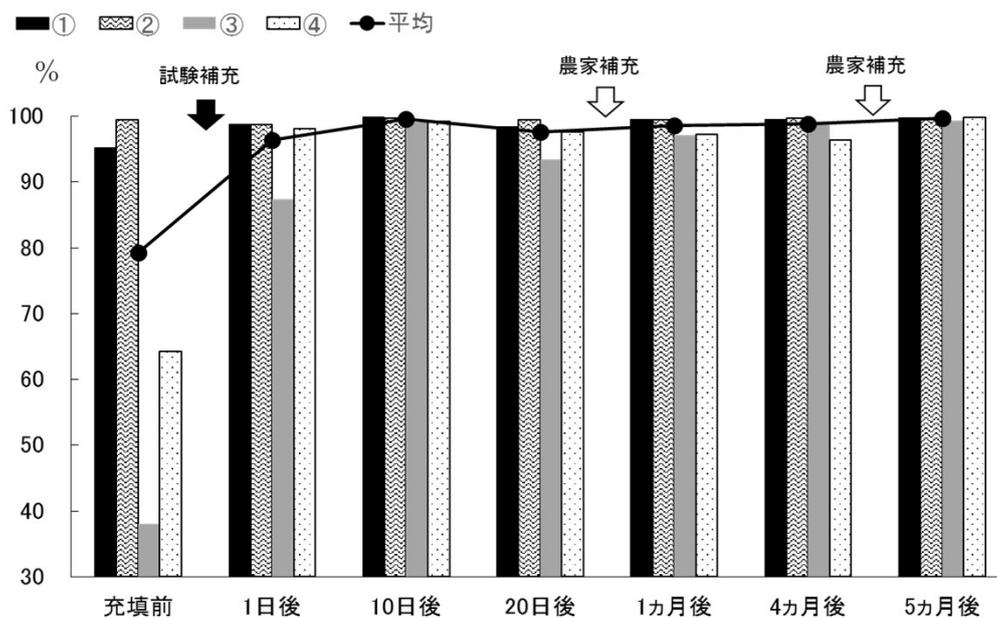


図8 資材補充前後のアンモニア除去率の推移

(3) 未粉碎のバーク(木の皮)について、充填資材としての能力をみるために、オガクズと比較調査を行いました。バークは素材そのものが酸性であるためアンモニアの吸着に優れ、オガクズは保水能を示す含水比が高いという特徴があります(表4)。

調査では、バークとオガクズをランダムに配置し、15cm重層(全体で約5m³)したところ(図9)、オガクズは補充後2ヵ月、バークは補充後3ヵ月にわたって、90%以上のアンモニア除去率を維持し、その後徐々に低下しました(図10)。両者の除去率に有意な差がなかったことから、バークはオガクズと同等に脱臭槽資材として有効と考えられました。

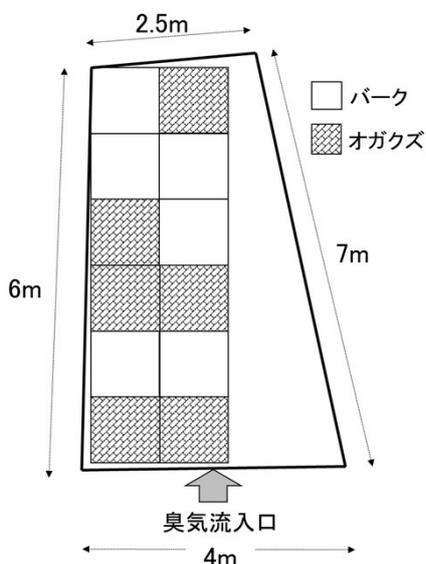


図9 脱臭槽の概略

表4 補充資材の性状

	pH	かさ比重	空隙率 (%)	含水率 ^{※1} (%)	含水比 ^{※2} (%)
バーク	4.3	0.06	88	58	137
オガクズ	7.9	0.13	87	82	447

※1 資材を水に24時間浸漬後、水分重量を水分と固形分の重量の和で除した。

※2 資材を水に24時間浸漬後、水分重量を固形分の重量の和で除した。

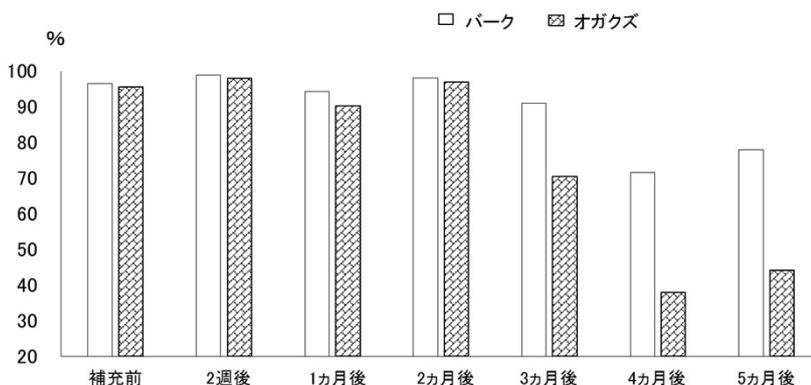


図10 アンモニア除去率の推移

6. 堆肥化施設における新しい脱臭技術

堆肥化施設において比較的長期間高い脱臭効果を維持する新しい微生物脱臭装置を紹介します。埼玉県農林総合研究センター畜産研究所の事例を参考文献として記載しましたので、ご参照ください。

・微生物槽の前にアンモニア濃度を低減

堆肥化施設から出る吸引排気に含まれる高濃度アンモニアを、リン酸を脱臭液とする簡易なアンモニアスクラバー(洗浄塔)に通すことにより、10ppm程度にまで低減します。その後、微生物槽へ流入させます。

微生物槽の前にアンモニア濃度を低下させるのは、微生物が高濃度のアンモニアによって死んでしまうことを防ぐためです。これにより、微生物による長期的な脱臭が可能になります。

スクラバー薬液はpH5.5を超えた時点で交換が必要です。埼玉県農林総合研究センターでは、スクラバー薬液を飼料用イネの追肥として利用した事例が紹介されています。都内では飼料用イネの生産がなく、また液肥の散布は臭気発生等の問題もあるため、スクラバー薬液を肥料として利用するのは難しい状況です。導入にあたっては、この薬液の処理方法を検討する必要があります。

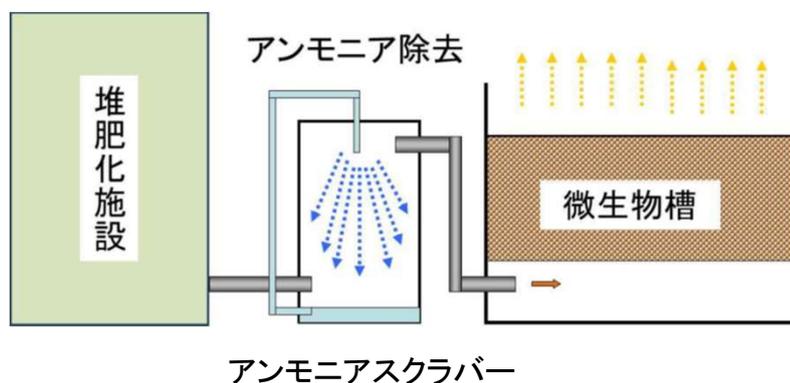


図11 新しい脱臭装置の概念図

7. 悪臭対策のために

都内堆肥化施設に併設された脱臭槽について補充試験を行った結果、生物脱臭槽の能力を効果的に発揮させ、脱臭能力を維持していくためには、地域で入手しやすい木質系資材を充填資材として利用し、定期的に補充していく管理が必要であることが分かりました。脱臭槽は適切な管理を行うことで、土壌や堆肥を添加しなくても槽内に微生物を保持することができます。

畜産施設では臭気をゼロにすることは難しいため、悪臭に対する苦情は完全解決が難しいことが現状です。そのため、苦情発生前の細やかな対策が重要です。臭気発生元となる堆肥化施設や脱臭槽を新たに設置する場合には、できるだけ近隣住宅が発生源の風下にならないような場所を選定し、住宅地等から十分な距離をとり、目立たないところに設置する配慮が必要です。敷地境界線に植樹帯等を設け、臭気をある程度遮断することも基本的な臭気対策の一つとなります。

参考文献

- ・畜産系コンポスト化処理時の臭気低減化に関する研究－残留臭気の高減化(二次処理)に関する研究－
香川県環境保健研究センター所報 第3号(2004)
- ・家畜ふん堆肥に基礎から販売まで～100問100答～ 2007年6月 編著 古谷修 著 伊澤敏彦 本多勝男 長峰孝文
- ・家畜ふん尿処理施設・機械選定ガイドブック(脱臭・焼却・炭化施設編) 平成18年11月 財団法人 畜産環境整備機構
- ・畜産臭気対策マニュアル 平成27年3月 群馬県畜産試験場、埼玉県農林総合研究センター畜産研究所、新潟県農業総合研究センター畜産研究センター
- ・日本型悪臭防止最適管理手法(BMP)の手引き 一般財団法人 畜産環境整備機構
- ・新技術情報:埼玉県農林総合研究センター畜産研究所
<http://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/8782288/www.pref.saitama.lg.jp/uploaded/attachment/461134.pdf>
- ・気体採取器の使い方:株式会社 ガステックHP <https://www.gastec.co.jp/product/use/education/howto/>

お問い合わせ
東京都青梅市新町6-7-1
(公財)東京都農林水産振興財団
農林総合研究センター
畜産技術科 小山
電話 0428(31)2171
FAX 0428(31)8474

参考資料

～検知管の基本的な使用方法～

出典:株式会社 ガステックHP

検知管とガス採取器は同じメーカーのものにします。

測定開始前に検知管の気密性の点検を行います。

その他、取り扱い説明書をよく読んで使用しましょう。

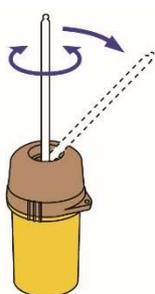


図1

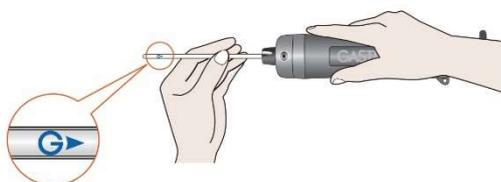


図2

①検知管の両端をチップホルダで折り取ります。

図1のようにチップホルダ上部の溝に検知管の先端を入れ、検知管を回転させてチップホルダに内蔵されているやすりにより傷をつけます。そのままチップホルダ上部の溝に沿って検知管を倒し、検知管の先端を折り取ります。

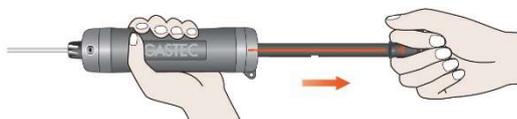
図2のようにガス採取器上側の「TIP BREAKER」でもチップを折り取ることができます。



②検知管を正しい方向(G▶マークを採取器方向)にして、ガス採取器の検知管取り付け口に差込みます。



③ガス採取器のハンドルが完全に押し込まれた状態でガイドライン(赤線)とハンドルのガイドマーク(▲100又は▲50)を合わせます。



④シャフトのガイドラインにそってハンドルを一気に最後まで引きます。固定されますのでハンドルから手をはなし、実験箇所から動かさずそのままの状態です定の吸引時間(1回の吸引時間)を待ちます。

⑤所定の吸引時間が経過した後、ハンドルを90度回して固定を解除し、ハンドルが戻らないことを確認します(ハンドルが戻らなければ吸引終了です)。その後、検知管を取り外し、目盛を読み取ります。