

製紙工場から出る臭い分子たち

2008.1.26

札幌たのしい授業研究サークル用レポート

仮説実験授業研究会・北海道

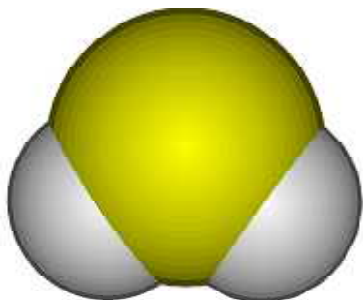
丸山秀一

通勤途中にふたつの製紙工場の横を通ります。白老町（人口 2 万人）と苫小牧市（人口 17 万人）の製紙工場です。ただクルマで工場の近くを通過するだけなのですが、その臭いと言ったら、それはもう堪えられないほどです。何があんなに臭いのか、どんな分子なのか、それは身体に悪くはないのか、公害ではないのか、地域住民はなんとも思っていないのか・・・色々気に掛かることがたくさん。

【質問】

あなたは製紙工場から出る臭いをかいたことがありますか。それはどんな臭いでしたか。また、その臭いの元はどういう物質なのか知っている人に教えてもらいましょう。

悪臭の元（原子の大きさは約 1 億倍）



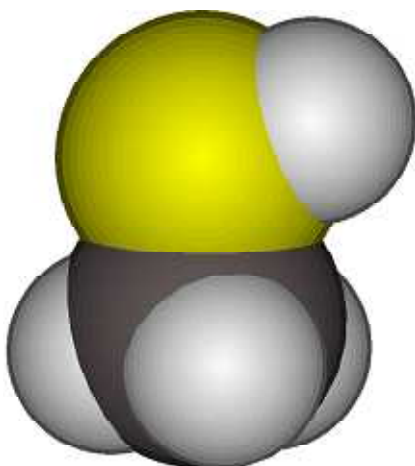
らにも含まれています）

・硫化水素 H_2S

「腐った卵の臭い」「温泉の臭い」とされるものです。火山，硫黄泉や硫黄を含むタンパク質が分解するときに発生します（腐った卵の臭いはまさにこれです。またおな

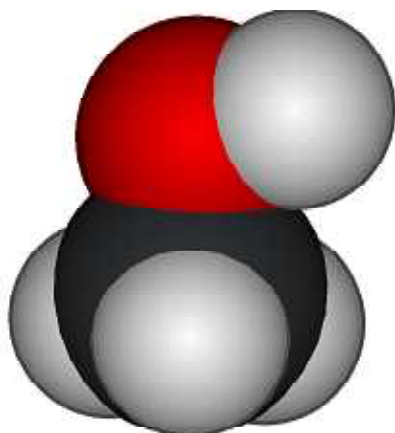
・メチルメルカプタン
 CH_3SH

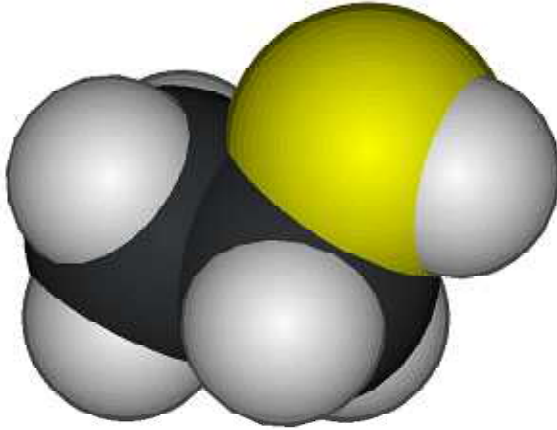
メチルメルカプタンは「腐ったキャベツ・タマネギの臭い」とされています。海水表面で微生物が作る有機化合物が分解されるときにも発生します。



メルカプタンはアルコール分子の酸素原子が硫黄原子置き換わったものです（左図はメチルアルコール）。アルコールにエチルやブチルがあるように，メルカプタンにも同じような分子があります。

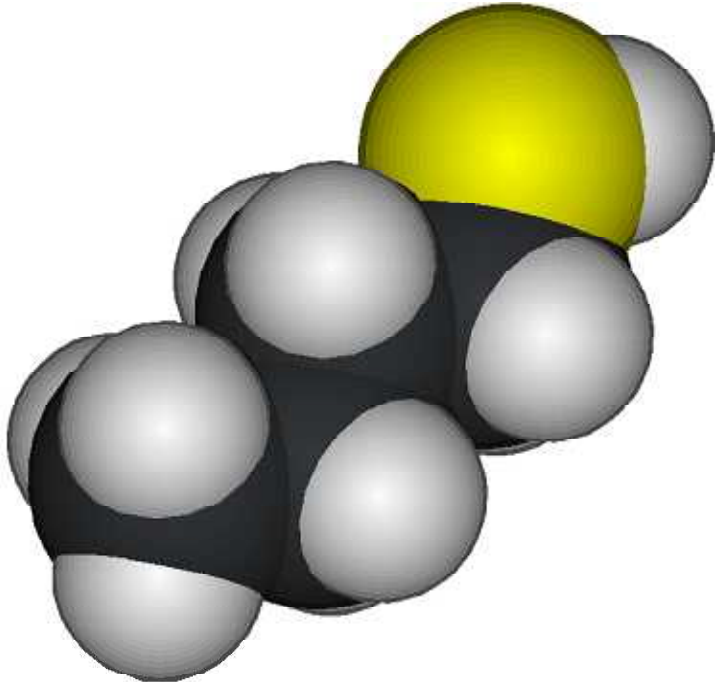
エチルメルカプタンは「ギネ



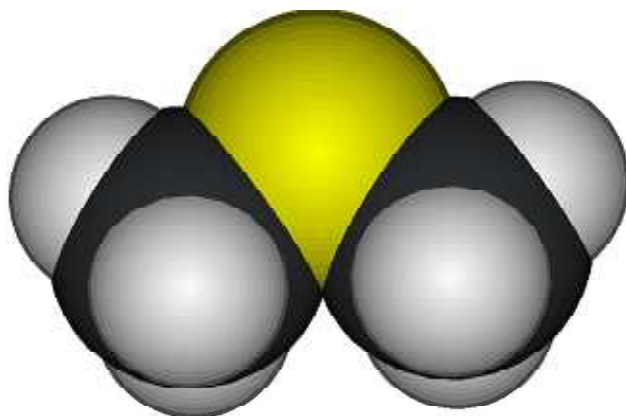


スブック」で、「世界一の悪臭」とされています。またブチルメルカプタン（下図）は、スカンクのおならの主成分です。

メルカプタンの仲間は、ごく少量でも強い悪臭がするため、プロパンガスなどに添加して、漏れたときにすぐわかるようにしています。



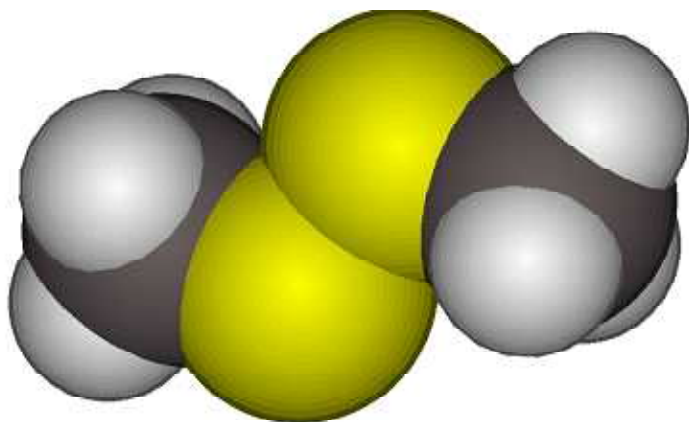
・ 硫化メチル(CH₃)₂S



ふたつの
メチルメル
カプタンが
ひとつに合
わさったよ
うなこの分
子は、プラン
クトンも作
るため、海な

どで感じる「潮臭さ」の原因となるものです。また口臭の成分のひとつで、やはり「キャベツ臭」ともいわれています。

・ 二硫化メチル CH₃SSCH₃



この分子もふたつのメチルメルカプタンがくっついた形をしています。「ニンニク臭がする」といわれています。実際にネギ・ニラ属の臭いは、主として二硫化物によるものです。

これらの臭い分子たちは、みんな硫黄原子を含んでいます。これらの分子は、臭いだけで危険ではないのでしょうか。また、どのようにして製紙工場から発生するのでしょうか。

【問題】

製紙工場では、木材から紙を作っています。では木材全体のどれぐらいが紙になるのでしょうか。

予想

- ア 9割以上
- イ 7~8割ぐらい
- ウ 5~6割ぐらい
- エ 半分以下

リサイクル関係の本にはどう書かれているのでしょうか。

木材の化学成分

木材は木の種類によって多少の違いはありますが、化学成分は水分を除くと、「セルロース、ヘミセルロース、リグニン、その他」となります。このうちセルロースとヘミセルロースで合わせて 7~8 割となり、残りはほとんどがリグニンです。

紙の原料であるパルプを作るには、「機械パルプ」と「化学パルプ」のふたつの方法があります。このうち「機械パルプ」では、「セルロース、ヘミセルロース、リグニン」をすべてパルプにしまうので、木材の 9 割を紙にできることとなります（実際には樹皮は使わないので、この割合はもっと下がる）。

これに対して、「化学パルプ」では、リグニンが使えないため、それを取り除くときに、一緒にセルロースなども一部が取り除かれてしまうので、木材の 4~5 割しか紙にできないこととなります。

日本の製紙工場で作られるパルプの 90%以上が化学パルプであり、それを考えると、日本では「紙になるのは木材成分の 5 割程度」ということとなります。

あるリサイクルについての本には「木材の 8 割が紙になる」として、「60 キログラムの木一本から 50 キログラムの紙ができる。だから 50 キログラムの紙をリサイクルに出すと 60 キログラムの木を切らずに済む」と書かれています。

しかし、日本の製紙のほとんどは化学パルプ法であり、木材の 5 割以下しか紙にはできません。化学パルプの原料は木材を細かく切った「チップ」です。チップになるのは、枝や端材など製材所での廃棄物とほかに利用価値のない雑木がほとんどで、パルプの原料の 7 割以上がこの輸入された「木くず」なのです。

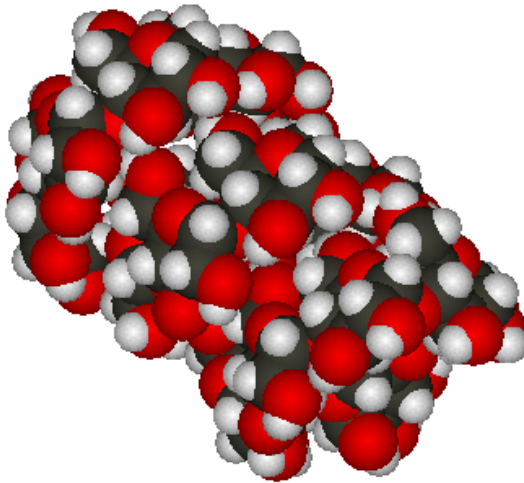
【問題】

機械パルプ法では木材の 9 割をパルプにできるのに，日本ではほとんどが化学パルプ法なのはなぜでしょうか。

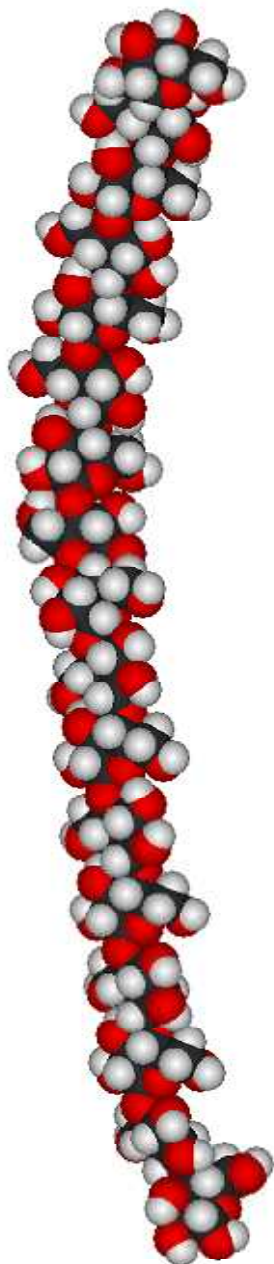
予想

- ア 廃材からでも作れるから
- イ 品質の良い紙が作れるから
- ウ 公害を出さずに済むから
- エ そのほか

また，木材以外から紙を作ることはできないのでしょうか。

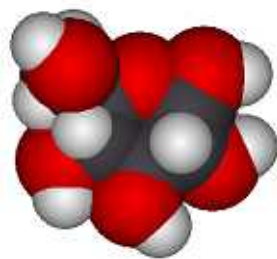


デンプンの一部



化学パルプ

ふつうの紙は、左図のようなセルロースの繊維からできています。セルロースとは、ブドウ糖（右図）が長く連なった炭水化物の分子ですが、人間はそれを消化することができません。



植物の細胞壁は、セルロースとヘミセルロース、リグニンからできています。ヘミセルロースとは、セルロース以外の繊維状の多糖類の総称で、コンニャクの主成分であるグルコマンナンもヘミセルロースの一種です。リグニンは構造が複雑な高分子化合物です。

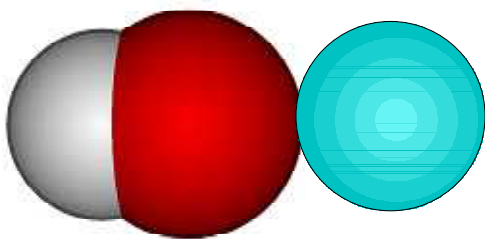
草も木も細胞壁はセルロースからできています。ですから草からも紙を作ることができます。それが和紙です。草には木の細胞同士を結合するリグニンが含まれていません。木材が何百年たっても分解しないのは、このリグニンのためです。しかし、紙にリグニンが入っていると、太陽光などで変色してしまう原因となるのです。

しかし、草を紙の原料とすることは一般的に行われていません。まず木と違って草は収穫時期が限られており、保存もむずかしくなります。また、草のうち紙になる割合は、木よりもずっと少なく、草から紙を作ろうとすると、大量の廃棄物を出してしまうこととなります。

機械パルプでは、機械を使って木材から物理的にセルロースを取り出すので、どうしてもセルロースの繊維が短いものになってしまい、強度のない紙となってしまいます。またリグニンの除去をしないため、そのうち変色してしまいます。それで機械パルプで作られる紙は、新聞紙や週刊誌など「用途が短期間であるもの」に限られます。

化学パルプ法では、薬品を使ってリグニンを除去して繊維を取り出すので、機械パルプと比較して繊維が分断されることなく、長い繊維で品質のよい紙が作れます。また、化学パルプは木材の4割ぐらいしか紙にできませんが、残った廃棄物が燃料としてきちんと利用されています。化学パルプ法の製紙工場には、廃棄物を燃やして発電する設備があり、発電した電力を電力会社に売っているほどなのです。

実際に行われている化学パルプ法は次のようなものです。

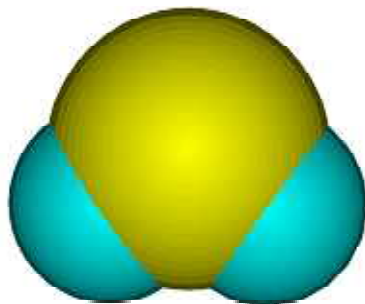


まず、チップに水酸化ナトリウム(左図, 1億倍)と硫化ナトリウムを加えて高温で分解し、リグニンを除去します。

この時に使う硫化ナトリウム(次ページ図, 1億倍)の硫黄原

子が、セルロースなどの炭化水素と化合することにより、様々な悪臭の分子ができてくるのです。

リグニンを取り出した液は、燃料として燃やされ、その熱を利用して乾燥や発電が行われるのですが、さらに燃え残りから、水酸化ナトリウムと硫化ナトリウムを回収して再利用しています。



このように化学パルプ法は、効率がよいのですが、大きな問題点があります。それが「悪臭の発生」なのです。

【問題】

化学パルプ法を使用していない製紙工場では、こうした悪臭は発生しないのでしょうか。もしそうだとすると、製紙工場によって、ずいぶん悪臭の程度が違ってくると思いますが、実際にそんなことがあるのでしょうか。

予想

- ア 実際に工場によって悪臭の程度がかなり違う
- イ そんなことはない

技術的問題

実際に製紙工場によって悪臭は随分と違います。白老町の製紙工場の悪臭は、近くをクルマで通り過ぎるだけでも耐え難いほどのものですが、苫小牧市の製紙工場の悪臭は、それほどでもありません。

現在の製紙用原料となるパルプの6割が「古紙」が原料の「古紙パルプ」です。機械パルプや古紙パルプでは悪臭の原因となる薬品を使わないので、それらの悪臭が発生することはないのです。実際、苫小牧市の製紙工場では主に古紙から新聞用紙や更紙を作っていますし、白老町の製紙工場には毎日多量のチップが運び込まれていて、主に化学パルプ法により上質紙などを生産しています。

「古紙再生」の仕組みは、「紙すき」と同じです。セルロースは、水中でかき混ぜると、セルロース分子同士が水分子を介してゆるく結合（水素結合）します。それを乾燥させ圧縮してゆくと、間の水分子がなくなって、セルロース分子同士が直接結合するようになり、紙となるわけです。

回収した古紙を、水中で繊維どうしをバラバラにして、インクを取り除きます。そして、乾燥圧縮すると再度紙になるのです。しかし、この過程で繊維が分断されるため、品質が劣化して、リサイクルは、二～三回までが限度のようです。またインクも完全には取り除けないので、漂白する必要があるため、それはまた別の悪臭の発生原因となります。

現在では、化学パルプ法の欠点であった悪臭も「設備の完全密閉化」などで「技術的にはほぼ解決された」といっていい問題とのこと。

【問題】

では、どうして耐え難い悪臭を出している製紙工場がいまもあるのでしょうか。もしかしたら、「健康に有害」な悪臭を除いて、「単に悪臭である」というだけでは、法に触れないのかも知れません。

1967年に制定された「公害対策基本法」では、悪臭も規制対象になっていたのでしょうか。

予想

- ア 悪臭も入っていた
- イ 入っていなかった



悪臭のサンプリング中
倉敷市サイトより

公害対策基本法

公害対策基本法には次のような「公害」の定義がありました。

この法律において「公害」とは、事業活動その他の人の活動に伴って生ずる相当範囲にわたる大気の汚染、水質の汚濁、土壌の汚染、騒音、振動、地盤の沈下及び悪臭によって、人の健康又は生活環境に係る被害が生ずることをいう。

このように「悪臭」も公害のひとつとされていました。しかしこの法律が「政府は規制を定めなければならない」としたのは「大気汚染、水質汚濁、土壌汚染」の三つだけであり、ほかの公害の規制は「努力目標」でした。公害対策は、このように優先順位をつけて取り組まれたのです。

【問題】

1971年に悪臭防止法が制定されました。この法律では悪臭を「特定悪臭物質の濃度」として規制するものでしたが、この規制は、基準値が守られないときなどに「強制執行力」を伴うものだったのでしょうか。

予想

- ア 勧告のみで強制執行力はなかった
- イ 改善命令を出せるが罰則はなかった
- ウ 命令に従わないときは罰則があった

悪臭防止法

悪臭防止法では規制基準違反に対して、改善勧告・命令を市町村長が出せるようになっていました。そして「命令に違反したのものには一年以下の懲役または百万円以下の罰金」という罰則規定もありました。

この法律では知事が市町村長の意見を聞いて規制地域を制定し、そこでの特定悪臭物質の規制濃度を制定、それを地域内の事業者が市町村長が遵守させるものです。

このように悪臭対策は全国一律のものではなく、地域によって違うものとなりました。

【問題】

もしかしたら製紙工場によって、出てくる悪臭の強さが異なるのは、その製紙工場が「規制地域にあるかどうか」というのが関係しているのかもしれませんが。

では、悪臭の強い製紙工場がある白老町は規制地域ではないのでしょうか。

予想

- ア 規制地域ではない
- イ 規制地域
- ウ そのほか

北海道には 180 の市町村がありますが、そのうち規制地域なのはいくつぐらいなのでしょう。

規制地域

北海道では 180 の市町村がありますが、46%に当たる 83 市町村が規制地域とされています。このように規制地域となっている市町村は、全体の半分以上で、村で規制地域とされているのはひとつもありません。では、白老町と苫小牧市はどうなのでしょう。白老町も苫小牧市も規制地域に入っています。

表 4-3-5 悪臭防止法に基づく規制地域の指定市町

支庁名	指定市町	指定数
石 狩	札幌市、江別市、千歳市、恵庭市、北広島市、石狩市、当別町	6市1町
渡 島	函館市、北斗市、七飯町、八雲町	2市2町
檜 山		
後 志	小樽市、倶知安町、共和町、岩内町、余市町	1市4町
空 知	夕張市、岩見沢市、美瑛市、芦別市、赤平市、三笠市、滝川市、砂川市、歌志内市、深川市、栗山町、奈井江町、長沼町、南幌町	10市4町
上 川	旭川市、士別市、名寄市、富良野市、美瑛町、上富良野町、鷹栖町、東神楽町	4市4町
留 萌	留萌市、羽幌町	1市1町
宗 谷	稚内市	1市
網 走	網走市、北見市、紋別市、美幌町、遠軽町、大空町、斜里町	3市4町
胆 振	室蘭市、苫小牧市、登別市、伊達市、洞爺湖町、白老町、安平町、厚真町、むかわ町	4市5町
日 高	新ひだか町、浦河町、日高町	3町
十 勝	帯広市、音更町、士幌町、芽室町、幕別町、豊頃町、本別町、清水町、池田町、足寄町、新得町、鹿追町、広尾町、浦幌町	1市13町
釧 路	釧路市、釧路町、白糠町、厚岸町、標茶町、弟子屈町、	1市5町
根 室	根室市、中標津町、別海町	1市2町
計		35市48町

※ 平成17年度末現在

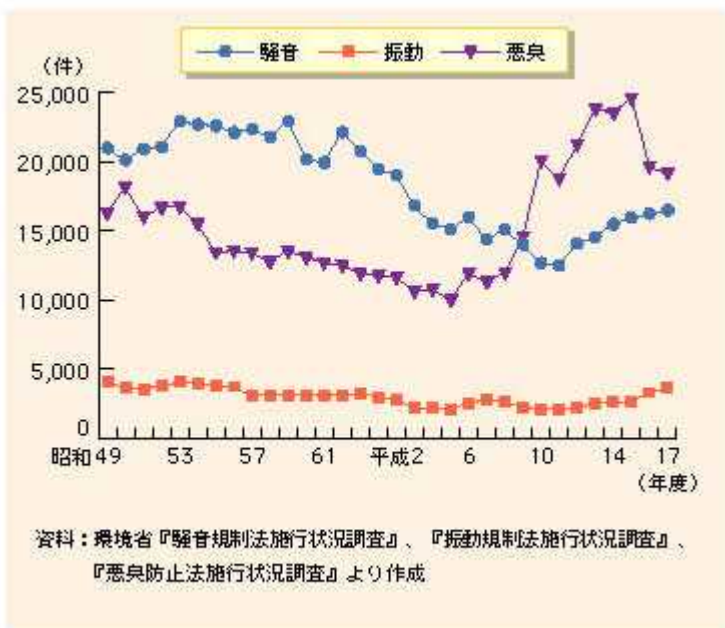
北海道環境白書 2007 年版より

【問題】

北海道では「規制市町村の割合が46%」ですが、この割合は全国ではどうなるのでしょうか。全国の市区町村で悪臭防止法に基づく規制地域とされている市区町村の割合はどれぐらいだと思いますか。

予想

- ア 北海道よりもずっと多い
- イ 北海道と同じぐらい
- ウ 北海道よりもずっと少ない



全国の規制地域

環境省の「悪臭防止法施行状況調査」によると、全国の市区町村の72%が規制地域となっており、そこには全国の村の28%も含まれています。

【問題】

では、これらの規制地域でどんな悪臭が問題とされているのでしょうか。全国の悪臭苦情件数の内、製紙工場が原因であるものは、どれくらいあるのでしょうか。悪臭の苦情件数で一番多いものはなんに対するものだと思いますか。

予想

- ア 畜産農業
- イ 肥料製造
- ウ 製紙
- エ 野焼き
- オ 個人

悪臭に対する苦情

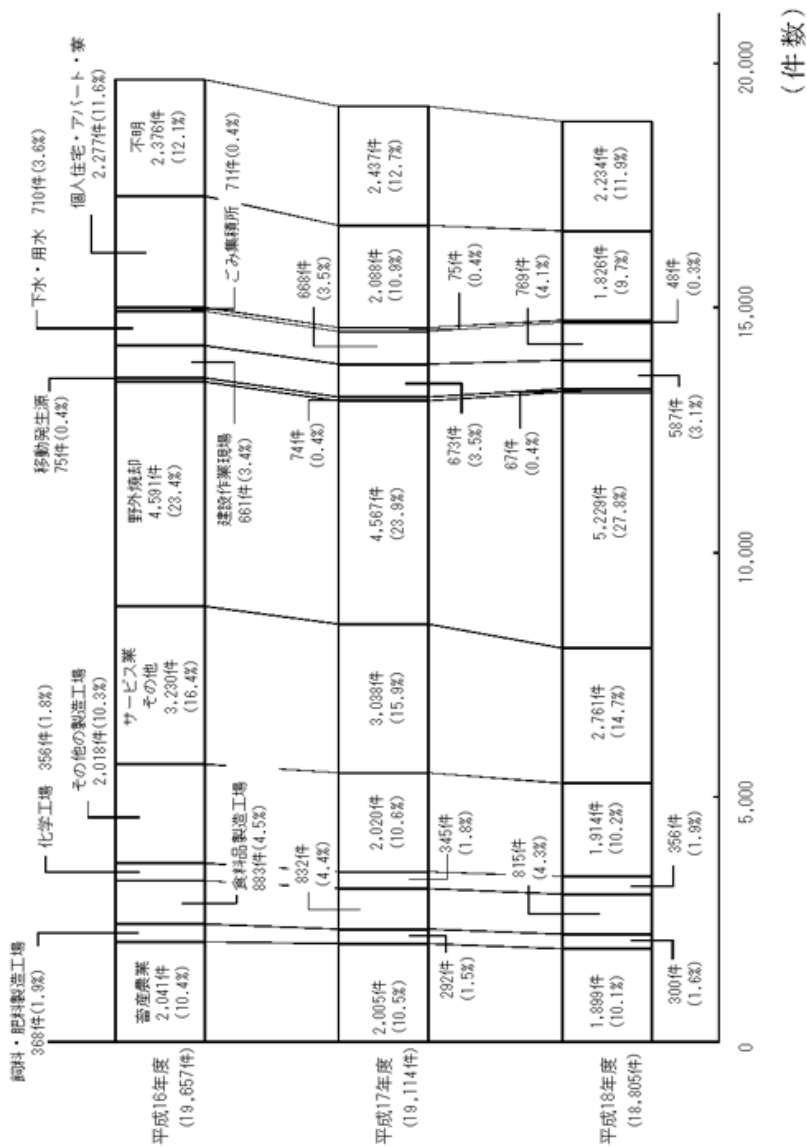
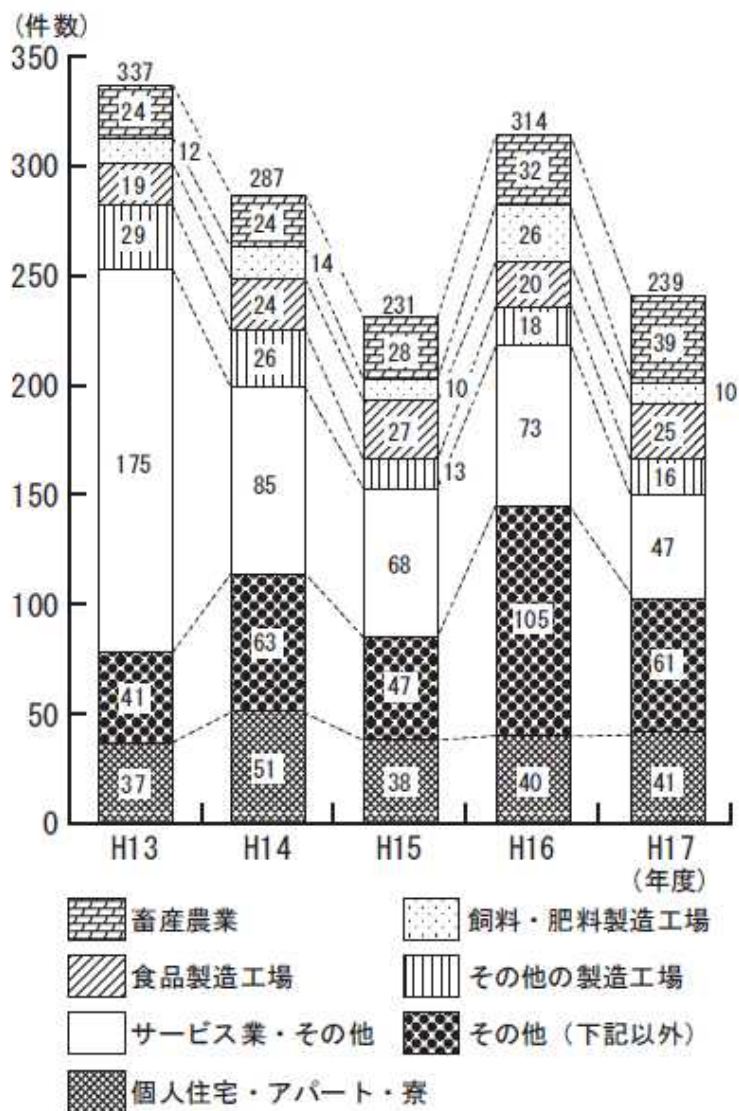


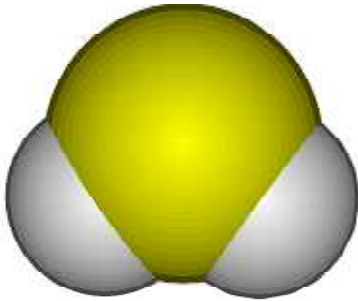
図 4-3-5 発生源別の悪臭苦情件数の推移



北海道のデータ

環境省の 2006 年度の報告によると一番多い悪臭の苦情は「野焼き」(38%)に対してであり、次は「サービス業」(15%)です。製紙工場は「その他の製造工場」(10%)に分類されます。この傾向は北海道のグラフで見ても同じようです。

「野焼き」の苦情が多いのは、「ダイオキシン問題」で注目を集めたからと大阪市立環境研究所の増田淳二さんは指摘しています。



人間の嗅覚は臭いには慣れてしまうようにできています。硫化水素はかなりの悪臭ですが、濃度が上がると却って臭いがしなくなるそうです。また、硫化水素の分子(上図,1億倍)は水分子(下図,1億倍)にそっくりです。臭いは分子の形と関係がありますから、科学者は「水はかなり臭いはずだ」と考えています。しかし、私たちは水の臭いを感じる事が

できません。それは、受精の瞬間から私たちは水に囲まれているため、水の臭いを感じなくなっているからなのです。

こういうこともあって、住民は近くの工場から常時出ている臭いよりも、野焼きのように突然発生する臭いの方に敏感なのでしょう。

【問題】

このように全国的には「製紙工場の悪臭」はたいした問題ではないのですが、製紙工場付近の住民にとってはそうではないでしょう。

北海道は悪臭防止法により、「環境省令の範囲内」で特定悪臭物質の濃度の基準を定めています。そして市町村長の意見を聞きながら、規制地域ごとの規制基準を定めています。

では悪臭について、苫小牧市の規制基準と白老町の規制基準は違うのでしょうか。

予想

- ア 白老町の規制が苫小牧市よりもゆるやか
- イ どちらも同じ
- ウ そのほか



悪臭君

津島タカシさんのイラストより

濃度規制値

製紙工場に係る特定悪臭物質は「メチルメルカプタン、硫化水素、硫化メチル、二硫化メチル」の4つです。これらの基準値は以下の表のようになります。

敷地境界線	環境省令	北海道	苫小牧市	白老町
メチルメルカプタン	0.01	0.002～0.01	0.002	0.002
硫化水素	0.2	0.02～0.2	0.02	0.02
硫化メチル	0.2	0.01～0.2	0.01	0.01
二硫化メチル	0.1	0.009～0.1	0.009	0.009

つまり苫小牧市も白老町も「最も厳しい基準値」を採用しているのです。

【問題】

では、白老町の方が強い臭いを感じるのは、どうしてでしょうか。

予想

- ア 地形や風向などの問題
- イ 白老の工場が出す悪臭の濃度が高いから
- ウ そのほか

悪臭物質測定結果

(単位：ppm)

測定事業場	項目	基準	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16
紙・パルプ製造 用施設 <small>(北海道の業務 上委員会に基づく測定施設)</small>	硫化水素	0.02	0.0083	0.0024	0.0120	0.0045	0.0013	0.0050	0.0026	0.0120	0.0072	0.0160
	メチルメルカプタン	0.002	0.0006	0.0018	0.0020	0.0013	0.0019	0.0018	0.0005	0.0019	0.0004	0.0004
(年5回測定)	硫化メチル	0.01	0.0097	0.0051	0.0097	0.0090	0.0090	0.0092	0.0091	0.0130	0.0074	0.0094
	二硫化メチル	0.009	0.0022	0.0023	0.0018	0.0057	0.0017	0.0023	0.0019	0.0012	0.0010	0.0014

	15年度	16年度	17年度
苫小牧市 (ppm)			
メチルメルカプタン	0.0002	0.0002	0.002
硫化水素	0.005	0.007	0.009
硫化メチル	0.001	0.0005	0.0005
二硫化メチル	0.0005	0.0005	0.0005

苫小牧市のデータは「苫小牧市環境白書」、白老町の「悪臭物質測定結果」は白老町の「環境基本計画」からのものです。

全般的に白老町の方が濃度が高くなっており、白老町では硫化メチルの濃度が規制値を上回ったこと(黄色)もありました。

測定データから言っても、白老町の製紙工場周辺の方が臭いことは間違

いなさそうです。

ではこれらの測定値や規制値の値は、健康への影響が出ないレベルなのでしょうか。それぞれの物質について毒性を調べてみましょう。

あなたは「悪臭防止での規制値が厳しいものほど、毒性も強い」と思いますか。

毒性

「悪臭物質の規制値が厳しいものほど毒性も強い」とはいえませんが、メチルメルカプタンは製紙工業関係で一番規制値の厳しい物質ですが、毒性はほとんどありません。また、硫化水素は猛毒ですが、特に毒性のない二硫化メチルよりも規制値は厳しいものとなっています。つまり、悪臭物質はあくまでもその臭気で規制されているわけです。(毒性物質は大気汚染物質などとなる)

悪臭物質	苫小牧白老規制値	毒性
メチルメルカ プタン	0.002ppm	LD50 (半数致死量) ラットで 1,0000ppm
硫化水素	0.02ppm	400ppm で生命の危険
硫化メチル	0.01ppm	目や鼻を刺激
二硫化メチル	0.009ppm	目や鼻を刺激

【問題】

苫小牧・白老の製紙工場はどちらも規制値を守っているようです。では、どうして工場の近くでは耐え難い臭いがするのでしょうか。

予想

- ア 測定値が信頼できないものだから
- イ 人間の嗅覚が敏感だから
- ウ 地形や風向きの影響があるから
- エ そのほか

閾値

「ある特定の臭いを認識できる最低濃度」のことを「認知閾値」といいます。特定悪臭物質の閾値は、メチルメルカプタンを除いて、規制値よりも低い濃度となっています。つまり、悪臭が規制基準内であっても、私たちはその悪臭を感じるのです。

	苫小牧白老規制値	認知閾値
メチルメルカプタン	0.002ppm	0.007ppm
硫化水素	0.02ppm	0.006ppm
硫化メチル	0.01ppm	0.002ppm
二硫化メチル	0.009ppm	0.003ppm

つまり「悪臭防止法」は「悪臭の防止」を目的にしているのではないのです。

【問題】

悪臭防止法は 22 の限られた物質のみの濃度を規制する内容のため、新しい悪臭物質や、特定悪臭物質の混合などには対応できないものでした。そこで 1996 年に悪臭防止法は改正され、人間の嗅覚による「臭気指数」による規制もできるようになりました。

では、白老と苫小牧にはこの規制が導入されていると思いますか。

予想 白老町 () 苫小牧 ()

ア 導入されている

イ 導入されていない

改正悪臭防止法

改正により都道府県知事は規制地域での規制を「特定物質の濃度による規制」か「臭気指数による規制」かのどちらかを選べることになりました。

しかし、北海道で臭気指数による規制が導入されているのは札幌市（都市計画地域のみ）のみで、全国的にも東京都23区がすべて指定されている他は、まだあまり導入されていません。

六段階臭気強度表示法

臭気強度	内 容
0	無臭
1	やっと感知できるにおい
2	何のにおいであるかわかる弱いにおい
3	らくに感知できるにおい
4	強いにおい
5	強烈なにおい

臭気指数は臭気判定士により臭気強度を次の6段階で判定するもので、規制基準は「2.5～3.5」となっています。

臭気強度と濃度との関係は次のようになっており、「臭気指数」による規制でも「無臭」を目的としているのではないことがわかります。

【参考】 悪臭物質の臭気強度別濃度

(単位:ppm)

臭気強度 臭気の強さ 悪臭物質	1	2	2.5	3	3.5	4	5
	やっと感知できるにおい	何の臭いであるかわかるにおい		楽に感知できるにおい		強いにおい	強烈なにおい
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

苫小牧環境白書より

【問題】

悪臭防止法による規制があっても，製紙工場からは悪臭が出ています。そのことについて苦小牧や白老の住民から苦情は出ていないのでしょうか。

予想

- ア たくさん出ている
- イ 少し出ている
- ウ ほとんど出ていない

・悪臭防止法での特定悪臭物質

アンモニア（糞尿の匂い），トリメチルアミン（腐った魚のような匂い），硫化水素（腐った卵の匂い），メチルメルカプタン（腐った玉ねぎの匂い），硫化メチル（腐ったキャベツの匂い），二硫化メチル，アセトアルデヒド，スチレン，プロピオン酸，ノルマン酪酸，ノルマン吉草酸，イソ吉草酸，トルエン，キシレン，酢酸エチル，メチルイソブチルケトン，イソブタノール，プロピオンアルデヒド，ノルマルブチルアルデヒド，イソブチルアルデヒド，ノルマルパレルアルデヒド，イソパレルアルデヒド

苦情

苫小牧市の「環境白書」によると悪臭の苦情は年に10件程度で、そのうち製紙工場を含む「製造業」に対してのものが1~2件です。白老町での苦情は、町の資料ではよく分かりませんが、白老町の製紙工場では「臭気に対してのクレーム0件を達成」となっていました。悪臭はするものの表だった苦情は出ていないようなのです。それらの地域の住民は悪臭になれてしまったのでしょうか。また、こうした地域の悪臭問題が報道で取り上げられることもありません。

しかし、製紙工場で発生する悪臭は「技術的には解決可能」とされています。製紙工場からの悪臭が軽減されることを願ってやみません。

日本製紙のサイトでは悪臭について次のように述べられています。

臭気防止

クラフトパルプは、苛性ソーダと硫化ナトリウムを主成分とする薬液を木材チップに浸透させ、パルプ繊維を取り出して製造します。製造に不可欠な硫化ナトリウムは硫黄を含んでおり、硫化水素・メチルメルカプタン・硫化メチル・二硫化メチルなどの臭気成分を生じやすい物質です。2003年度、臭気に対する苦情は9件ありました。

この問題に対し、クラフトパルプ製造設備をもつ各工場では臭気の漏洩防止・捕集・処理などのための装置を設置するといった各種対策を講じています。

たとえば、クラフトパルプの廃液である黒液は、効率的に熱

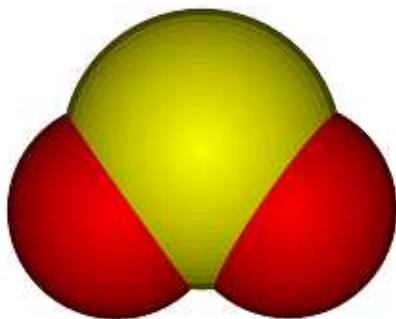
回収するため濃縮装置で水分を除去してからバイオマス燃料としてボイラーで燃やされます。この濃縮時に、黒液中の硫化物質が気化して臭気となります。

この対策として、日本製紙（株）鈴川工場では、臭気の発生しにくい新たな濃縮装置を 2003 年 8 月に稼働させました。また、日本製紙（株）八代工場では 2003 年 9 月、臭気成分を多少含んでいる排水の冷却装置を開放式から密閉式に変更しました。今後も臭気の抑制に取り組んでいきます

あとがき

昨年、新聞では「両工場が排出する二酸化硫黄の濃度を実際よりも少なく報告していたこと」が取り上げられていました。となると、「悪臭の方は大丈夫か」と思ってしまう。

また「再生紙の割合を偽装」という報道も最近ありました。これは原子論的に考えれば明かで、古紙が少ない（回収の仕組みを壊してしまった）のに、たくさん再生紙使用を正義としてしまったからです。



相変わらず忙しい毎日で、今回もレポート作成にあたり、「禁じ手」使ってしまいました。ああ無情。図やグラフもたくさん書き換えたり、入れたりしなかったのですが、時間がない・・・。

典拠文献

書籍等

- ・ 山内龍男『紙とパルプの科学』京都大学学術出版会，2006
- ・ アトキンス『分子と人間』東京化学同人，1990
- ・ 増田淳二「悪臭公害とにおい環境」『生活衛生』第 50 巻第 5 号 2006
- ・ 関連法令
- ・ 吉村七郎『リサイクル社会が始まった』ほるぷ出版，1991

サイト

- ・ 王子製紙株式会社
- ・ 日本製紙株式会社
- ・ 白老町
- ・ 苫小牧市
- ・ 北海道
- ・ 環境省
- ・ ほかにたくさん

事典類

- ・ Wikipedia
- ・ マイクロソフト エンカルタ

分子模型は FreeWheel を用いて作成しました。

