

## MTBE

### バックグラウンド

MTBEやエタノールなどの、酸化物をガソリンに添加することは近年より広く行われるようになった。これらの酸化物の添加は、オクタン化レベルの上昇させ、燃焼効率を増加、ならびに大気汚染物質の排出を縮小させる効果がある。MTBEは、17の州の大気汚染基準を満たすように、最も頻繁に使われる酸化物だ。[3]環境庁のMobileSource Officeによると、現在、約30%の合衆国ガソリンは、体積にして、大気状態改善目的のために何らかの酸化物を最高15%に含んでいる。100億kg以上のMTBEが、1996年に合衆国ガソリンに使用され[4]、結果としてMTBEは合衆国で2番目に多く生産された化学薬品であった。[5]

MTBEは、その高い水溶性と低い揮発性のため、汚染された水から取り除きにくい。ほとんどの水廃棄物処理場は、高価なシステムアップグレードなしでは、原水からMTBE濃度を減らすことは、ほとんど、または全く出来ない。

MTBEは、地下の貯蔵タンク漏れ口などのポイントソースリリースを通して表層水を汚染することがある。またMTBEは、嵐によって水が多量に流れたりするなどのノンポイントリリースによって、表層水も汚染することもある。PWCsが使われる場所での、MTBEによる湖や貯水池の汚染が、既に報告されてきている。2ストロークエンジンのレクリエーションの利用は、この汚染の主要な原因と認定されている。一般に、レクリエーション活動の盛んな湖と貯水池においては、特に夏の、上部層水において、MTBEはより高い濃度を示す。[6]カリフォルニア州では、味と臭気に関し、MTBEについては5 マイクログラム/L( マイクログラム/リットルもしくはppm)という第2種飲料水基準を採用している。[7]カリフォルニアは、健康ベースの第1種飲料水の基準としては、MTBE 13 マイクログラム/Lを推薦している。[7]

### 表層水のMTBE

南カリフォルニアの都会水地区(MWD)は、レクリエーション活動の異なる6つの地上貯水池の広いMTBE監視プログラムを実施した。[6]MTBEの発生は、動力船のレクリエーション利用の一般パターンと相関がみられた。この調査官からはPerris湖で季節トレンドを決定し、13 マイクログラム/Lというカリフォルニアの第1種飲料水基準という越えて、夏には湖表面でMTBEの濃度が最大25マイクログラム/Lに達することを発見した。湖水が垂直方向に攪拌される秋と冬には、カリフォルニア州第2種最大汚染基準(MCL)の5 マイクログラム/Lを越えて、最高8 マイクログラム/Lの濃度のMTBEがPerris湖では発見された。[8]港の内側や周囲、または特にボート活動に使われた他のエリアのMTBEの濃度は、ずっと高いかもしれない。[8]北カリフォルニアのShasta湖は、水力発電用・レクリエーション用の大きな貯水池であるが、1996年の労働者の日の週末、この湖では9-88マイクログラム/Lの濃度であった。最大値は、ドッキングエリア入りしている大きいボートまたはこれらの船のエンジン排気と直接関係する。MTBEは、また、1996年の夏の間の水上バイクイベントのために、南カリフォルニアで建設された臨時の湖で測定されました。3日間のイベントの後に、50-60 マイクログラム/Lの濃度のMTBEが、この浅い水系にのこされた。ボート活動の盛んなタホー湖のMTBEの濃度は、しばしば、47 マイクログラム/Lというのを筆頭に、20-25 マイクログラム/Lの範囲内にあった。[8]

1997年3月以来、カリフォルニア州のDonner湖で、MTBEを監視するこれまでで最も大掛かりな試みのうちの 하나가実施されている。[8] Donner湖で進行中の研究は以下の結果を示している:これまでMTBE濃度分析された470のサンプルは、0.09から121までマイクログラム/Lの範囲である;MTBE濃度は湖の全体の表面エリアにわたって均一に分配されているようである;1996から1997までに残された残余濃度は、0.1-0.2 マイクログラム/Lの範囲であった;5月初旬はボートシーズンの開始と一致するが、表面水のMTBE濃度は、4月24日の0.1マイクログラム/Lの低い値から、7月4日の独立記念日の週末には約2 マイクログラム/Lに増大した;7月7日のサンプルでは、表層水で2から12までマイクログラム/LというMTBEは劇的に6倍の増加を示した。この増加は、恐らくたぶん、2ストロークエンジン船から、Donner湖に、排出された燃料排気の結果である。と言うのもこの時期、降雨および都市排水は、無視してよく、また、流入もその季節の最小に近づいていたからである;湖の上部およびより暖かな部分(深さ0-35フィート)のMTBEは、これらの水域の自然な風による攪拌の結果として同様に高かった。より冷たい攪拌されない水域の約50フィート未満では、MTBEはいつも0.5未満マイクログラム/Lであった。このはっきりした分布上の違いは、表面と底水域の間で混ざりにくくする、この湖では安定した密度境界ができる事に起因している;さらに湖で、ボート活動が盛んになる前の3月と4月の間の、Donner湖におけるMTBEの量は、45-65ポンドであると計算された。これは7月1日までに、250ポンドまで増加し、更に7月4日の週末の後まもなくには最大815ポンドまで急増した。9月の労働者の日の週末後には、MTBEは更に増加するが、それほど劇的な増加ではない。(すなわち、おおよそ、100ポンドの増加である)。

## PAHs

### バックグラウンド

PAH分子は2から7のベンゼン環を含んでいる。それらの環境の動態、安定性、および毒性は、この分子の構造、数、および付帯するアルキル基グループ(メチル基、エチル基といった)のコンフィギュレーションと関連する。小さくて軽い(すなわち2とか3とかの基を含む)化合物は一般に水溶性および生物分解性が高く、より不安定である。水溶性が高

いと、それらを水生生物に取り込まれる可能性を高く(さらに、リスクを多く)するけれども、それらの低い安定性はそれに暴露される時間も減らす。

大きくて重い(すなわち、4-7の基の結合した)化合物は、一般に水溶性は低いが、それにさらされた生物の沈殿物および細胞組織とより強く結合し、容易には生物分解されたり、分解したりしない。アルキル基系でないPAH『母体』について物と比べ、アルキル基系のPAHs(軽いものであろうか?重いものであろうか?)は持続的で、より沈殿物と組織に結合し易いと考えられる。より軽いPAHsは、水カラムの生物への急性の(劇的な)脅威がより大きいと一般に考えられる一方、より重いPAHs(アルキル基PAHsを含む)は、沈殿物居住有機体のより長期的(慢性の)脅威となる傾向がある。しかし、最近の研究(ここに議論されるような)は、PAHs(重くアルキル基のついたPAHsを含む)はより広範囲に水中に存在し、水生生物へのリスクとなっている事を明らかにしている。湖/貯水池のbenthicゾーンで蓄積しているPAH汚染された沈殿物の影響はより深刻であると考えている研究もあるが、水生生物へのリスクについては現在あまり理解されていない。—略—

### 表層水のPAHs

ナフタリンとacenaphtheneの例外の可能性はあるものの、未燃焼の(petrogenic)2ストローク燃料混合の中にPAHsが含まれることはまれである。しかし、2ストロークエンジンの燃焼プロセスは、いくつかの違う燃焼('pyrolytic') PAHs(アルキル基 PAHs を含む)を生成し、水中で発見される。

少なくとも3つ研究によって、モーターボート利用は水のPAH汚染と結び付けられている。1つの研究によると、ワシントン東の飲料水供給源である、Occoquan貯水池、でPAHsが発見された[9]水カラム(水深5-25ft)でのPAH濃度を合計は、4.12 マイクログラム/L という高いものであった。

最も一般的なPAHsは、phenanthrene, pyrene, chrysene/benzo(a)アントラセン, benzo(a)pyrene, およびacenaphtheneであった。港の表層水からは、上記のものに加え、ナフタリン, acenaphthylene, アントラセン, flourene, およびflourantheneを含む、11の種々のPAHsを含むサンプルが採られた。このサンプルは、全体として18.86 マイクログラム/LのPAH濃度を示した: ナフタリン, acenaphthylene, およびacenaphtheneは、それぞれは約1 マイクログラム/Lであり、phenanthrene, pyrene, chrysene/benzo(a)アントラセン, およびbenzo(a)pyreneは、それぞれ、2.3マイクログラム/L以上であった。また、未燃焼であった燃料に関連したいくつかのPAHsを検出したが、貯水池で発見されたPAH化合物は、たいてい、燃焼後の燃料であることが示されていた。 —略—

### 人の健康へのリスク

#### MTBE

カリフォルニア州は、飲料水のMTBE基準として、13 マイクログラム/Lの公衆衛生目標(PHG)として採用している。[7]このPHGは、健康にいかなる重大なリスクを及ぼさない為の飲料水における汚染物質濃度だ。MTBEのためのPHGは、動物実験において観察された発がん物質の効果に基づく。カリフォルニア州の公共医療サービス局は、1999年7月1日に第1種飲料水基準(最大汚染物水準またはMCL)を設定する時に、PHGを考慮し、もし技術の実現可能性とコストが許すならば、たぶん、PHGのレベルにおいてMCLを設定するとみられている。合衆国の環境庁(EPA)は、1997年に飲み水については、20-40 マイクログラム/Lといふ勧告基準を採用した。[7]MTBEのためのカリフォルニア州の第2種MCLは、5 マイクログラム/Lであり、1999年1月7日より施行されている。[7]第2種MCLsは飲料水の「嗜好的な」品質にも言及する。MTBEについて、第2種MCLの目的は、においまたは味覚のレベルにおいて飲料水がMTBEによっておかされることから住民を保護することにある。

#### PAHs

Occoquan貯水池に発見されたPAHsのうち[9]、benzo(a)アントラセン, benzo(a)pyrene, およびchryseneは、おそらく人に対する発がん性物質である。[11]これを基礎として、合衆国環境庁は、0.2 マイクログラム/Lのbenzo(a)pyreneのためのMCLを設定したが、他のPAHsのためのMCLsは設定されなかった。

2ストロークエンジン(例えば、それらはOccoquan貯水池での研究[9]において観察した)と関連したPAHsのうち、いくつかの物質について、合衆国環境庁は、飲料水や食用になる水生生物(例えば魚)の組織の内のPAHsへの暴露からの人の健康を保護するための以下の水質基準を設定した:

	水と有機体の汚染物消費量(例えば魚)( $\mu$ /L)	有機体(例えば魚)だけの消費量( $\mu$ /L)
アントラセン	9600	110000
Flourene	1300	14000
Acenaphthene	1200	2700
Benzo(a)アントラセン	0.0044*	0.049*
Flouranthene	300	370
Pyrene	960	11000
Chrysene	0.0044*	0.049*
Benzo(a)pyrene	0.0044*	0.049*

\*a-所ものに基づきます 癌を得ることの100万のチャンス  
もしOcoquan貯水池のPAH濃度が他の水域での濃度を示唆するものならば、たぶん、いくつかの物については他の水域でも最低一年のうち数ヶ月間は決まって上記の基準を越えている。

## 生態学的リスク

—略—

### 水資源管理当局の対応

カリフォルニアでは、人が消費する水の汚染への配慮から、少なくとも5つの水管理区において、貯水池でのモーターボート(PWCsを含む)の利用を禁止もしくは限定した。[24]これらの当局は、南カリフォルニア都市水地区、イーストベイ地方自治体ユーティリティ地区(イーストベイMUD)、コントラコスタ水地区、サンタクララバレー水地区、およびタホー地域計画局都市水地区(MWD)を含む。イーストベイMUDは、2000年1月1日までに、合計2ストロークエンジン(直噴を含む)を禁止することを提案した。現在行われている制限には、夏と秋におけるPWCsの部分的な禁止も含まれる。他のタイプの船とは違ってPWC利用が禁止されるのは、PWCsが不釣り合いな量の汚染を水にもたらすという事を明らかにした研究に基づく。PWCsとモーターボートの船外機に関するある研究のデータによると、PWCsは船のうち数としては1/3に過ぎないが、炭化水素の80%を放出しているということを明らかにしている。[25] PWCsは、その構造と使用形態から、他の船の2ストロークエンジン船外機と比べ、より多くの燃料を使い、より多くの水環境汚染を引き起こしている。PWCsは、低くもしくは水に沈むような狭い船体を持っている。その船体をより効率的に水面に出すためには、操船者は普通、スロットルを十分に開き、「それにガスを与える」ようにする。さらに、低速でよくあるスタントを行なう時、スロットルを十分に開かないとPWCsは沈む傾向がある。

水資源管理当局はMTBE濃度が最も高くなる所よりも深いところからの水を選択的に汲み上げることも行なっている。このようなやり方は、特定の深さの取水ができる施設があり、MTBEが水層の上部の部分に集中されてある湖でのみ一つの方法としてとられている。[6] MWDは、南カリフォルニアのPerris湖においてどの深さをとっても均一に4 マイクログラム/Lの濃度でMTBEが存在すること報告している。もしモーターボート利用がその湖で増大するのであれば、取水口の深さに拘わらず、5 マイクログラム/LのMCLの第2基準を越えるかもしれない。通常の水浄化施設では、原水からMTBE濃度を減らす効果は全然ない。

### 結論

2ストロークエンジン(PWCsを含む)の利用が、湖と貯水池の汚染を引き起こしている。MTBEとPAHsは、一般的に観察された2ストロークエンジンからの汚染物であり、非常に重大な脅威を人および生態学上の健康に及ぼす。カリフォルニアの湖のMTBEの濃度は、国の健康基準、味、および臭気の基準値を日常的に越える。これらの湖の飲料水取水口においてのMTBEの濃度は、時々味と臭気にかんする基準値を越えている。

水浄化装置機能はMTBE濃度の減少について一般に無効である。従ってモーターボート利用の増大に伴い、飲料水消費者に、健康リスクだけでなく受容しがたい味および香料の問題を引き起こす恐れがある。水生生態学的コミュニティは、MTBEの観察された濃度においては脅威にさらされてはいないようだ；しかし、より多くの研究が、この結論を補強するためには必要である。

高いモーターボートアクティビティを持つ湖でのPAH濃度と貯水池は、水生生物にとって危険なレベルであるとわかった。反対効果を起こす濃度は、特に日光貫通力が高い貧栄養の水域では、PAHの光化学毒性のために、極めて低いかもしれない(pptの範囲)。ある人々は、特に浮遊固体物の多い水域で、沈殿物に付着したPAHsからの反対効果の可能性を心配している；この現象は現在あまり理解されていない。

モーターボートアクティビティの盛んな湖もしくは貯水池でのPAH濃度は、人が水を飲み、および/または、これらの水域からの魚を消費している人の健康にとって危険なレベルであることがわかっている。PAH濃度はまだ広く測定されてはいないが、上記の研究で引用した濃度が、モーターボートアクティビティの盛んな湖または貯水池で広範囲に及んでいませんと信じる理由が全然ない。

他の管理者により採用された管理戦略には、PWCの全面的禁止と2ストロークエンジンの限定利用を含む。新しく導入され汚染の少ない、直噴2ストロークエンジンの専用も、水管理当局により試験された。他の戦略としては、飲料水取水の際に、相対的に汚染ない水をより深い水深から汲み上げるということもある。

### References(参考文献)

—略—

原文は以下の HP に掲載されている。

<http://www.bluewaternet.org/NPS.PDF>

## New regulations for gasoline marine engines

At its December 1998 meeting, the California Air Resources Board (ARB) adopted new emission regulations for gasoline-powered marine engines, including outboard, personal watercraft and some jet boat engines. The regulations apply only to new marine engines manufactured for the 2001 model year and later. There is no requirement to retrofit pre-2001 model year watercraft or engines.

### The need for new standards

Watercraft engines are significant contributors to California's air quality problems—the most difficult in the nation. In order to improve air quality, ARB has developed emission control strategies for a number of sources including automobiles; heavy-duty diesel trucks and buses; gasoline and diesel fuels; lawn and garden equipment; consumer products such as hair spray and auto polishes; and other equipment and products. Reductions of watercraft emissions are needed to help attain California's air quality goals.

Currently, a personal watercraft operated for seven hours produces more smog-forming emissions than a 1998 passenger car driven for 100,000 miles. The impact of marine engines on air quality is especially serious on summer weekend days, when smog levels are highest and use of marine engines is heaviest.

Nearly all personal watercraft and outboard motors utilize "two-stroke" engines. These engines burn gasoline inefficiently. As much as 30 percent of the gasoline is discharged unburned into the environment. This not only impacts air quality but also causes water pollution.

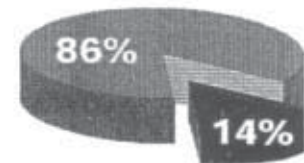
### The new ARB and EPA regulations

In 1998, the U.S. Environmental Protection Agency began phasing in federal regulations that will reduce marine-engine emissions by 75 percent by 2025. However, California needs cleaner marine engines to be introduced more rapidly because the state faces the greatest air-quality challenges in the nation. Under ARB's new regulations, a typical marine engine will become 75 percent cleaner by 2001 and 90 percent cleaner by 2008. Marine engines meeting ARB's new regulations in 2008 would emit only one-third as much as engines meeting federal standards.

### Improving air and water quality

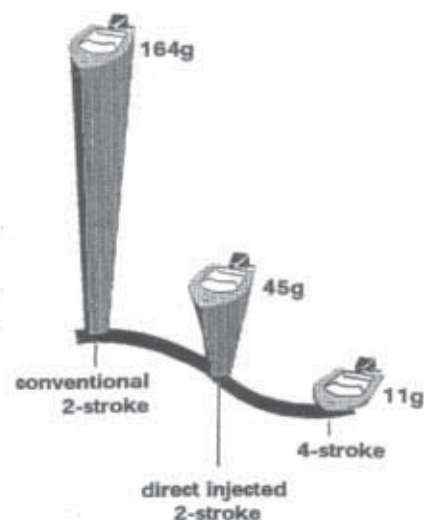
Because two-stroke marine engines discharge exhaust into the water, the strategy to reduce air emissions will have the dual benefit of reducing water pollution. This will have a recreational benefit since several water resources agencies have banned or are considering bans on high-polluting watercraft on drinking water reservoirs. ARB's regulations provide these agencies with options for allowing the use of new, cleaner watercraft while protecting water quality.

Watercraft account for 14% of all smog-forming ROG\* emissions created by mobile sources in California



\* reactive organic gases, hydrocarbons

Smog-forming pollution\*\* from 90 hp outboard motors



\*\*grams/kilowatt-hour (ROG+NOx)

### The new standards are cost-effective and based on existing technology

The new ARB emission standards can be met by advancements in marine engine technology that are already taking place. The market has seen a growth in popularity of four-stroke outboard engines which offer greatly reduced emissions and dramatic improvements in fuel economy. Some manufacturers are also looking at technology which will make two-stroke engines cleaner and more fuel efficient.

### The new standards will reduce operating costs

Along with providing cleaner air and water, the new technology engines will also burn 30 percent to 40 percent less fuel and oil. This means considerable savings to consumers who pay as much as \$2 to \$2.50 per gallon for fuel and up to \$20 per gallon for the two-stroke engine oil that is mixed with gasoline in these marine engines.

### For more information

Please contact the ARB toll-free at (800) END-SMOG (California only), (800) 242-4450 (outside California).

You may obtain this document in an alternative format by contacting the ARB's ADA Coordinator at (916) 322-4505 (voice), (916) 324-9531 (TDD, Sacramento area only), or (800) 700-8326 (TDD, outside the Sacramento area).

Seven hours of personal watercraft use creates the same emissions as a new car driven more than 100,000 miles.



Two-stroke watercraft exhaust up to 30 percent of their fuel unburned.

## WEDGE ウェッジ JUNE 2001 Vol.13 No.6 BUSINESS MAGAZINE より

環境問題で米国立施設から  
ジェットスキー締め出し

米連邦地裁はこのほど、全米55カ所の国立公園を含む国立自然レジャー施設87カ所のうち66カ所でのジェットスキーの使用を、2002年9月15日を期限に全面使用禁止する判決を下した。環境汚染や騒音公害などを理由に環境団体が提訴、業界との係争が続いていた。残る21のレジャー施設についても地元住民との公聴会を開いた上で、使用制限または禁止措置により、レジャー施設からジェットスキーを締め出す方向で法整備が進みそうだ。

日本メーカーを中心とするジェットスキー業界団体は「メーカーボートなら良くてジェットスキーではなぜだめなのか」と反論すると同時に、「過去3年間で10億近い技術開発投資の結果、排ガスは2006年環境基準に適合し、3年前の25%に、騒音も70%低減した」と環境保全に対する業界の努力や影響について環境団体への説得を続けていく構えだ。ジェットスキーは日本のマ

ハモーターとカワサキモーターが現地生産し、両社で市場の4割を占める。マリンスポーツの夏を控え、環境保護団体とメーカー業界との熱い闘いが繰り広げられそうだ。