

労働安全衛生法第55条および同法施行令第16条により「ベンゼンを含有するゴムのりで、そのベンゼンの容量が味該ゴムのりの溶剤(希釈剤を含む)の5%をこえるもの」は試験研究の場合を除いて製造、

輸入、販渡、提供、使用がいずれも禁止されている。ベンゼンの臭いに対する閾値は1500ppbといわれている¹⁴⁾。

2. トルエン

toluene

別名 トルオール、メチルベンゼン、フェニルメタン

〔用途〕

染料、医薬品、香料、火薬、有機顔料、合成クレゾール、甘味料、漂白剤、ポリウレタン原料のTDI、テレフタル酸、合成繊維、可塑剤の原料として用いられる。合成化学の溶剤、ラッカーなどの希釈剤、樹脂類、セルロースの溶解剤としても大量に用いられる。また、自動車用ガソリン中にもアンティ・ノッキング剤として相当量が添加されている。

〔物理・化学的性質〕

屈折率の大きい無色透明、ベンゼン様芳香をもつ可燃性の液体。

火災危険：大。加熱、炎との接触に注意すること。

化学式 $C_6H_5CH_3$

分子量 92.13 比重 0.866 (20°C)

屈折率 1.4893 (24°C)

融点 -95°C 沸点 110.6°C

蒸気密度 3.14

蒸気圧 30mmHg (26.04°C)

気中飽和濃度 3.94% (26°C)

飽和空気密度 1.09 (26°C)

引火点 4.44°C (c.c.)

爆発限界 1.27~7.0%

溶解性 水に難溶、各種有機溶剤に可溶、多価

アルコールにはほとんど溶解しない。

1ml/l ⇔ 266ppm ; 1ppm ⇔ 3.76mg/m³

〔定量〕

小型ガス吸引管に吸引液(90v/v%エタノール)をとり、100ml/分の流量で試料空気を吸引する。吸

収液を硫酸・ホルマリン試薬で呈色させ、吸光光度分析法¹⁷⁾により比色定量する。なお、この呈色反応はベンゼン類一般の反応であるため、ベンゼン、キシレン、エチルベンゼン、ステレン、クロルベンゼンなども同様に呈色する。それゆえ、これらの物質が混在する場合には、試料空気を直接捕集法または固体捕集法により捕集したのち、ガスクロマトグラフ分析法^{18)~19)}により分離定量しなければならない。

ガスクロマトグラフ法により、種々の成分を分離定量する際に最も注意しなければならないのはカラム充填剤の選択である。シリコンなどの無極性の固定相液体を充填剤として用いると、各成分は沸点の低いものから順次流出するが、各成分の沸点が近接している場合には分離が困難であり、このような場合には極性を有するポリエチレングリコールなどを充填剤として用いると良好な結果が得られる。一般に混合有機溶剤ガスの分離定量には、担体クロモソルブWにポリエチレングリコールをコーティングしたものが充填剤としてよく用いられる。

簡便法として検知管が市販されている。これは五酸化沃素からの沃素の遊離を反応原理としているため、ベンゼン、キシレンなども類似の着色をしめし、測定結果を高くする。

〔致死量・中毒量〕

吸入-人 TCL_0 : 200ppm

吸入-人 $TCL_{0.4}$: 100ppm

経口-ラット LD_{50} : 5000mg/kg

吸入-ラット LCL_0 : 4000ppm・4時間

腹腔-ラット LDL_0 : 800mg/kg

皮下-ラット LDL_0 : 5000mg/kg

腹腔-ラット LD_{50} : 1640mg/kg

吸入-マウス LC_{50} : 5300ppm

〔代謝〕

労働現場における主な曝露経路は蒸気吸入であるが、経皮吸収によっても全身性中毒を生じうる²¹⁾。実験によれば、手や前腕部の皮膚に液状のトルエンを塗布した場合、吸収量は14~23mg/cm²/時間であるという²⁰⁾。

ウサギに経口投与した実験によれば、投与量の18%が呼気中に未変化のまま排出され、他の80%は側鎖メチル基の酸化とグリシン抱合を経て馬尿酸として尿中に排出される²¹⁾。非曝露者の尿中にも食物などに由来する馬尿酸が排出されている²²⁾が、トルエン曝露によってその濃度は増加し、作業環境空气中トルエン濃度と尿中馬尿酸濃度増加量の間には直線的な相関関係がある。したがって、尿中馬尿酸濃度を定量することによりトルエン曝露の管理を行うことができる²³⁾。曝露中の労作強度の増大により呼気中・血中トルエン濃度は高まる²⁴⁾。

トルエンの人における生物学的半減期は、尿中馬尿酸減少曲線から6時間前後と推定される²⁵⁾。この値は反復曝露による体内蓄積を示唆する。

〔症状〕

高濃度曝露に伴う症状は中枢神経系の抑制作用を中心としている。すなわち50ppm・8時間曝露によって睡気、頭痛を生じ、200ppmでは軽度の疲労感、脱力感、皮膚の知覚異常などをきたす¹⁸⁾。トルエンのこのような麻酔作用は、ベンゼンの麻酔作用よりも強力である²⁶⁾。

かつてトルエンに対する反復曝露によって骨髄造血機能障害が惹起されると考えられたことがあったが、その後の研究により否定され、おそらくはトルエン中に不純物として含有されていたベンゼンに起因するものと考えられている²⁷⁾。ただし、トルエンはベンゼン代謝を阻害するため²⁸⁾、共存するトルエンがベンゼンの毒性を強化していた可能性は考えうる。

いわゆるシンナー遊び、接着剤遊びは有機溶剤蒸気吸入による酩酊感の享受と有機溶剤に対する依存性の成立に伴う反復蒸気吸入であり、その結果、感情不安、意識障害、幻覚、妄想、一時的記憶喪失などの臨床症状とともに脳波に異常所見を生じ²⁹⁻³²⁾、場合によっては大脳の器質的変化をみる³⁰⁾ことが

報告されている。また、有機溶剤取り扱い作業で長期間反復曝露を受けた人のなかにも脳波異常をみることが報告されているが³¹⁻³²⁾、トルエンはシンナー、接着剤溶剤などの代表的成分の1つであり、上記所見の原因物質の1つである可能性が大きい²⁹⁻³⁰⁾。ただし、いわゆるシンナー吸入によっても脳波に常に異常をみるとはかぎらない³³⁾。

なお、液状のトルエンは皮膚との接触により局所刺激作用をしめす。

事例

トルエンは産業現場で最も広範に使用される溶剤の1つではあるが、反面、通常は他の溶剤と混合して用いられるため、トルエン単独曝露事例は少ない。

トルエンを主溶剤とする混合溶剤を用いて、家庭で内職として塗装を行っていた主婦の症例（曝露濃度は不明であるが極めて高濃度と推定されている）では全身倦怠感、健忘症、吐気などを主訴とし3ヵ月後（作業は継続）には、さらに頭痛、腰痛、息苦しさの程度が強くなり、脳波では過呼吸中に高電圧徐波群と鋭波がみられた。作業をさらに継続するうち、5ヵ月後には安静時脳波にも軽度徐波がみられるようになり、自覚症も強まったため、作業を中止したところ、中止7ヵ月後には自覚症、異常脳波はほぼ消失した。この間、血液像・肝機能検査には著変を認めていない³⁴⁾。

頭痛、頭重、眩暈、下肢倦怠感などは有機溶剤取り扱い者のなかで最も多く訴えられる症状である³⁵⁾。

工場内でインキ、ペイントの製造やこれらを用いて塗装を行っていた作業員（トルエン濃度100~2300ppm）で大学病院外来を訪れた症例では頭痛、頭重、吐気、眩暈、心悸亢進などの自覚症を訴えたほか、数例では四肢の知覚異常が見いだされたことが注目される³⁶⁾。

急性中毒の症例として、地下に埋設した直径2.5m×縦径4.1mのタンク（内面37m²）を、刷毛を用いてトルエンを主溶剤とするエポキシ樹脂塗料を4回塗装する作業では、有機溶剤ガス用小型防毒マスクを着用してタンク内に入り、2人が1人1回10分程度で交替する計画であったが、作業開始後6時間後に作業員が2人ともタンク内で防毒マスク着用のまま倒れていた。直ちに救出を行ったが、すでに両名

とも死亡していた。現場には新しい吸収罐が数個残置されており、一定作業時間後に吸収罐を取り替えるべきところを交換しなかった可能性がある。また、2人ともタンク内で死亡していたが、1人がタンク内で倒れたのを他の1人が救助すべく、タンク内に入って共に意識を喪失したのか、2人とも作業のた

めにタンク内に入ったのかは明らかでない²⁷⁾。

【参考事項】

許容濃度：巻末表のトルエンの項参照。

催腫傷性：1.☆ 2.☆ 3.☆ 4.☆ 5.◎

トルエンの臭いに対する閾値は480ppbとされている¹⁶⁾。

3. キシレン

xylene

別名 キシロール、ジメチルベンゼン

【用途】

異性体分離により、パラキシレン、オルトキシレン、メタキシレン、エチルベンゼンが得られ、脱メチルしてベンゼンが製造される。ほかに染料、有機顔料、香料（人造ジャ香）、可塑剤、医薬品（VB₂）の合成原料として用いられ、塗料、農薬、医薬品などの一般溶剤、石油精製溶剤として用いられる。オルトキシレンは無水フタル酸・オルトフタロジニトリル・キシレンオール・キシリジンの原料、メタキシレンはイソフタル酸の原料、パラキシレンはテレフタル酸・テレフタル酸ジメチル・パラトルイル酸の原料として用いられる。

【物理・化学的性質】

オルト-、メタ-、パラ-、3種の異性体の混合物で無色の液体。火災危険：中等度。

化学式 C₈H₁₀(CH₃)₂;

分子量 106.16

キシレン混合体

比重 約0.86

沸点 137~140°C

引火点 29°C

溶解性 水に不溶。無水アルコール、エーテル、

そのほか各種有機溶剤に可溶。

1mg/l ⇔ 230ppm ; 1ppm ⇔ 4.35mg/m³

オルト-体

比重 0.8968 (20°C)

屈折率 1.5058 (20°C)

融点 -25°C 沸点 144°C

蒸気密度 3.7

蒸気圧 10mmHg (32.11°C)

気中飽和濃度 1.32% (32°C)

飽和空気密度 1.03 (32°C)

引火点 17.2°C 爆発限界 1.06~6.40%

メタ-体

比重 0.8684 (15°C)

屈折率 1.4973 (20°C)

融点 -47.4°C 沸点 139.3°C

蒸気密度 3.7

蒸気圧 10mmHg (28.26°C)

気中飽和濃度 1.32% (28.3°C)

飽和空気密度 1.03 (28°C)

引火点 25°C (o.c.)

爆発限界 1.09~6.40%

パラ-体

比重 0.854 (28°C)

屈折率 1.5004 (21°C)

融点 13~14°C 沸点 137~138°C

蒸気密度 3.7

蒸気圧 10mmHg (27.30°C)

気中飽和濃度 1.32% (27.3°C)

飽和空気密度 1.03 (27°C)

引火点 25°C 爆発限界 1.08~6.60%

【定量】

トルエンの項参照。

【致死量・中毒量】

キシレン混合体

吸入-人 TCL₀: 200ppm

吸入-ラット	LC ₅₀ : 6700ppm・4時間 ²¹⁾
経口-ラット	LD ₅₀ : 4300mg/kg
腹腔-ラット	LDL ₅₀ : 2000mg/kg
オルト-体	
経口-ラット	LDL ₅₀ : 5000mg/kg
腹腔-ラット	LDL ₅₀ : 1500mg/kg
皮下-ラット	LDL ₅₀ : 2500mg/kg
吸入-マウス	LCL ₅₀ : 6920ppm
メタ-体	
経口-ラット	LD ₅₀ : 5000mg/kg
吸入-ラット	LCL ₅₀ : 8000ppm・4時間
腹腔-ラット	LDL ₅₀ : 2000mg/kg
皮下-ラット	LDL ₅₀ : 5000mg/kg
パラ-体	
経口-ラット	LD ₅₀ : 5000mg/kg
腹腔-ラット	LDL ₅₀ : 2000mg/kg
皮下-ラット	LDL ₅₀ : 5000mg/kg
吸入-マウス	LCL ₅₀ : 3460ppm

【代謝】

キシレンはベンゼン、トルエンと同様に労働衛生上の主要曝露経路は蒸気吸入に伴う経気道侵入であるが、同時に液体の皮膚接触に伴う経皮吸収によっても全身性の中毒を惹起しうる²⁾。

生体内代謝は3つの異性体によって異なるが、労働現場で主として用いられるメタキシレンは、主としてメチル基1個の酸化と、それに次ぐグリシン抱合を受けて尿中にメタメチル馬尿酸として排出される²¹⁾。メタメチル馬尿酸は非曝露者の尿中には見出しされない²²⁾がメタキシレン曝露に伴って尿中に排出されるため、メタキシレンに対する曝露指標として活用することができる¹⁰⁾。オルト-体およびパラ-体についてもおそらく同様のことが可能である²¹⁾。

キシレンの人における生物学的半減期は、尿中メチル馬尿酸排出曲線から4～7時間と算出され、トルエンとほぼ同じ値である²³⁾。

【症状】

トルエンの項を参照のこと。キシレンの急性毒性はトルエンとほぼ同程度であると考えられている²⁴⁾。かつてキシレンの反復曝露によってベンゼンと同様の骨髓造血機能障害が起こると考えられたことがあったが、その後の研究により、トルエンの場合と同様に、キシレン中に不純物として混在していたベンゼンに起因することが明らかにされた²⁵⁾。

ラットおよびビーグル犬を180, 460, 810ppmのキシレン混合物に6時間/日・5日/週・13週反復曝露した実験では、対照群に比し毒変を認めない²¹⁾。混合体蒸気の人に対する460ppm・15分間の実験的曝露では、眼の刺激を認めたと報告されている²¹⁾。

なお、液状のキシレンはトルエンと同様に皮膚との接触により局所刺激作用をしめす。

【事例】

トルエンの項を参照のこと。通常は混合溶剤中の一成分として用いられるためにキシレン単体による中毒例の記載は少ないが、キシレンを90%以上含む溶剤を用いて狭い室内で塗装を行い、10,000ppmに上ると推定される高濃度曝露を受けた3名の作業者のうち1名は死亡、2名は意識を喪失したが、酸素吸入により数時間後に意識を回復した症例が報告されている¹¹⁾。後者の2名では、いずれも意識喪失直前の記憶は失われていた。前者の剖検成績としては肺臓のうっ血と水腫および間質内出血、肝臓のうっ血と細胞変性、脳白質および灰白質内の微細出血および酸素欠乏による細胞変性が記載されている。

【参考事項】

許容濃度：巻末表のキシレン（3異性体とも）の項参照。

催腫瘍性：1. ☆ 2. ☆ 3. ☆ 4. ☆ 5. ○

オルトキシレンの臭いに対する閾値は170ppb¹⁶⁾、また、混合体蒸気の場合には、1ppmが臭いに対する閾値であるが、慣れを生じる²¹⁾。

4. メシチレン
mesitylene

別名 1,3,5-トリメチルベンゼン

【用途】

参 考 資 料

- 参考1. 「マリンエンジン排出ガスの水質影響調査委員会検討結果概要」
平成11年10月（運輸省海上技術安全局拍用工業課）
- 参考2. 「水上バイク水質影響調査結果について」
平成13年8月8日（滋賀県）
- 参考3. 「水上バイクの試験走行等調査結果」
平成13年9月28日（滋賀県）
- 参考4. 「水上バイク競技会環境影響調査結果についての環境団体評価」
平成13年11月26日（Green Wave水とやすらぎのある新海浜を守る会）
- 参考5. その他：米国の資料等

平成13年11月27日

琵琶湖適正利用懇話会水質小委員会
（琵琶湖環境部環境政策課）

マリンエンジン排出ガスの水質影響調査委員会
検 討 結 果 概 要

平成11年10月

運輸省海上技術安全局船用工業課

はじめに

近年、環境問題については、ダイオキシン汚染、炭酸ガスの温暖化問題等に見られるように、21世紀に向け国を初めとし国民全体で取り組まなければならない重要かつ緊急な課題とされている。

既に、我が国においても、昨今のマリンスポーツの普及に伴い、水上オートバイ（以下「PWC」という）の騒音問題が一部地域で社会問題化している。このため、当課においては、平成9年度からPWCの騒音問題への対策を検討してきたところであるが、今般、淀川において、PWCから排出される排気ガスにより、国が定める環境基準の対象物質が検出されたことに鑑み、新たにマリンエンジンの排気ガス問題に取り組むこととした。

排気ガス問題については、世界的に見れば、プレジャーボート先進地域である欧米において、プレジャーボート用の機関について騒音・排気ガス規制の導入が進められている。本委員会においては、将来的な法的規制の導入検討も見据えながら、当面の課題である「地域との調和ある舟艇利用」を確保し、舟艇レジャーが広く国民に受け入れられるためには何を為すべきかという観点から検討を行った。

本調査に際しては、日本大学名誉教授 澤村良二先生を委員長とする「マリンエンジン排出ガスの水質影響調査委員会」の各委員の方々のご協力を頂くとともに、特に実地での化学物質の計測に当たっては、(社)日本舟艇工業会、(財)マリンスポーツ財団の支援を頂きつつ、必要な計測を行うことができた。ここに、改めて委員及び関係団体に対して心から感謝の念を表す次第である。

マリンレジャーは本年5月の小型5級船舶操縦士制度の導入等を契機に、今後、より普及するものと考えられるが、プレジャーボート利用隻数の増加及び利用水域の拡大に伴う環境負荷増大に対し何らかの方策を講じる際に、今回の検討結果が関係方面の参考になれば幸いである。

平成 11 年 10 月

目 次

はじめに

- ・委員名簿
- ・開催日程

1. 委員会発足の背景

- (1) プレジャーボート利用の急速な普及
- (2) 淀川水質協議会からの問題提起
- (3) 運輸省における水質影響調査委員会の設立

2. 検討対象とする主たるマリンエンジンの絞り込み

- (1) 各エンジンの排出ガス放出メカニズム
- (2) 調査・検討の主たる対象の選定

3. 調査・検討に係る対象物質の絞り込み

- (1) 排出ガスの成分
- (2) ガソリンの成分
- (3) 水質に係る内外の各種基準等
- (4) 計測対象物質の決定に係る考え方

4. 排気ガスの水中溶出に係るラポテスト

- (1) 実験項目
- (2) 実験用機器等の概要
- (3) 測定1：各モード毎の特定VOC濃度
- (4) 測定2：特定VOCの水への溶解度
- (5) 計測3：特定VOCの水への溶け込み後の時間経過による変化

5. PWC利用水域における実地水質計測

- (1) 実地計測地におけるPWCユーザーへのアンケート調査結果
- (2) 採水及び分析方法
- (3) 利根川大堰付近における水質計測結果
- (4) 全計測地の水質調査結果

6. マリンエンジン排出ガスによる水質影響の低減方策

おわりに

参考資料：淀川一津屋地域における水質影響低減に向けた取組み例

【マリンエンジン排出ガスの水質影響調査委員会 委員名簿】

[委員長]

澤村 良二 日本大学名誉教授

[委員長代理]

笹野 英雄 (社)日本プールアメニティ施設協会理事

[委員] (アイウエオ順)

飯田 和三 (社)日本舟艇工業会 PWC 部会部会長
小島 文雄 (財)マリンスポーツ財団常務理事
小林 修 (社)日本舟艇工業会専務理事
羽鳥 和夫 運輸省船舶技術研究所機関動力部主任研究官
久松 孝 日本小型船舶検査機構企画部長
藤井 忍 運輸省船舶技術研究所装備部主任研究官
矢羽野 弘司 PW安全協会監事

[オブザーバー]

矢萩 強志 運輸省海上技術安全局安全基準課課長

[事務局]

釣谷 康 運輸省海上技術安全局船用工業課課長 (第2回まで)
木澤 隆史 運輸省海上技術安全局船用工業課課長 (第3回より)
赤星 貞夫 " " " 補佐官
小玉 真一 " " " 専門官
江頭 博之 " " " 生産舟艇係長

【委員会 開催日程】

第1回：平成11年4月16日(金) 於：運輸省6階海上技術安全局会議室
第2回：平成11年5月14日(金) 於：運輸省11階国際会議室
第3回：平成11年6月23日(水) 於：通産省別館9階各省庁共用会議室909号室
第4回：平成11年7月28日(水) 於：運輸省11階国際会議室

1. 委員会発足の背景

(1) プレジャーボート利用の急速な普及

近年の急速なマリレジャー人口の増加に伴い、プレジャーボートの保有隻数は拡大の一途をたどっている。特にPWCは、従来のマリレジャーにない手軽さ、スポーツ性により新しいマリレジャーとして日本においても多くの人に受け入れられてきており、1998年の我が国におけるPWCの保有台数はほぼ10万台に達するまでになり、マリレジャー分野の中で大きな存在になっている。

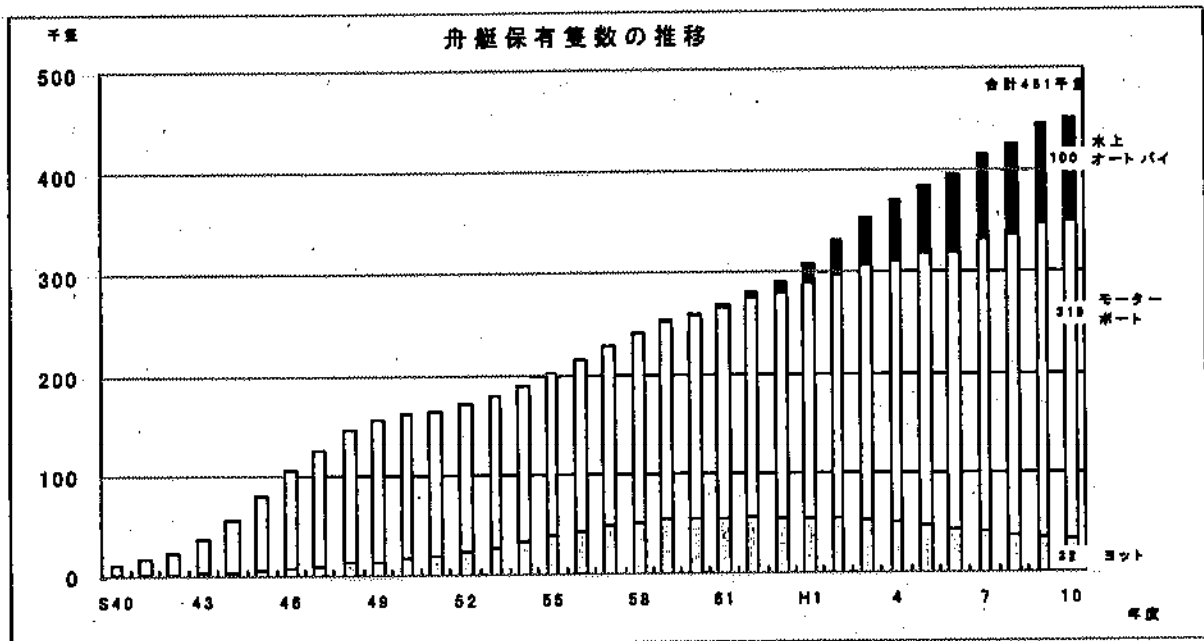


図1：国内舟艇保有隻数の推移

((財) 日本海洋レジャー安全・振興協会及び日本小型船舶検査機構の資料に基づき作成)

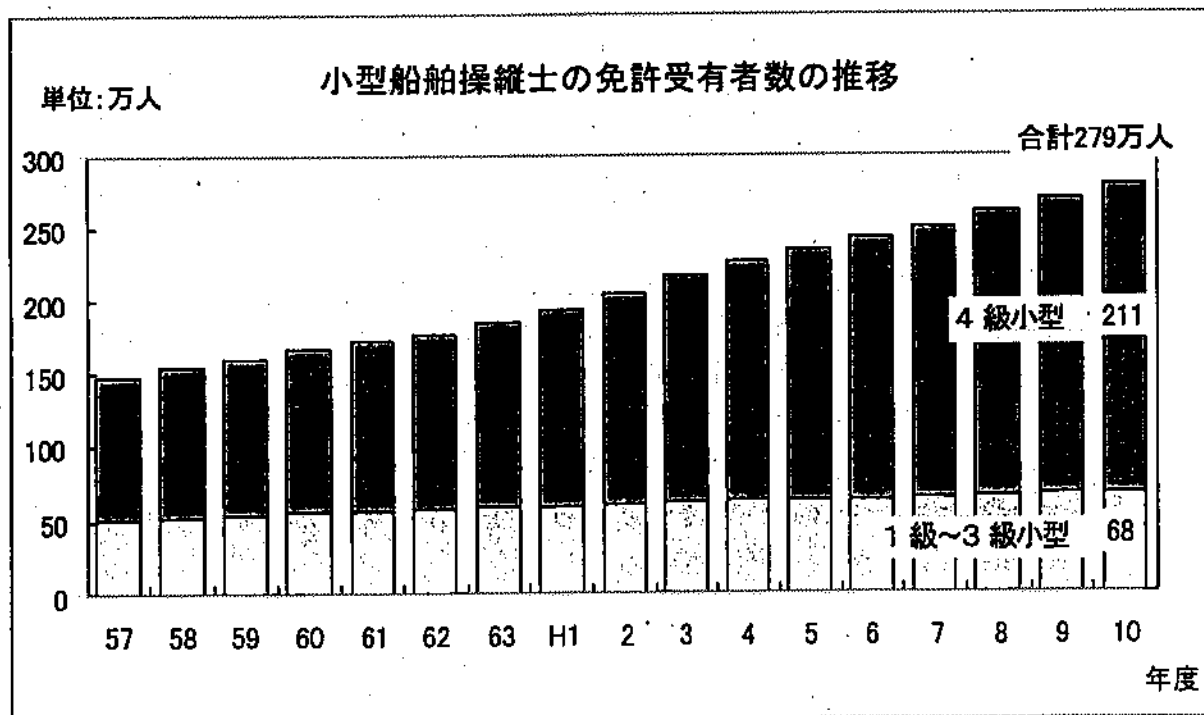


図2：小型船舶操縦免許保有者の推移 (運輸省海上技術安全局船員部船舶職員課の資料に基づき作成)

(2) 淀川水質協議会からの問題提起

PWC保有隻数の増大に伴い、PWCの騒音について一部地域の住民及び自治体などから苦情が発生しつつある。

大阪淀川地区においても、河川管理者である建設省近畿地方建設局を事務局とする「淀川水上オートバイ関係問題連絡会」が設置され、騒音問題に関する対応が検討されてきたが、平成11年2月3日に開催された同会合においては、淀川水質協議会（淀川水系を水道水原水として利用する自治体等により構成）より新たに、淀川一津屋取水口でのVOC（Volatile Organic Compound：揮発性有機化合物）の検出に関する報告がなされた。

当該報告の概要は以下のとおりである。

- 大阪府水道部は淀川の三島浄水場の一津屋取水口に「ゆうきセンサー」を平成10年6月から設置し、水質モニタリングを実施している。モニタリング開始直後から、VOC（トルエン、キシレン、ベンゼン）が検出されるようになった。

(イ) 以下の理由により、VOC発生源を一津屋取水口付近で走行しているPWCと推定した。

- ・PWC遊走水域の上流での検知はなかった。
- ・同上流と同取水口の間に入流する支流はない。
- ・検知は、PWCが走行する土曜、日曜、祝日のみであった（ピークは夕方）。
- ・独自の再現テストを実施した結果、PWCの走行により、トルエン、キシレン、ベンゼン及びガソリン由来と考える芳香族化学物質が検出された。
- ・なお、平成10年4月26日～11年1月17日に検知された項目及び各濃度の最大値は下表1のとおりであった。

VOC (mg/l)	環境基準法に 基づく基準値 (A)	検知最大値 (B)	比率 (B/A)
トルエン	0.60 (監視)	0.041	0.07
キシレン	0.40 (監視)	0.009	0.02
ベンゼン	0.01 (基準)	0.003	0.30

(ロ) 以上の理由により、淀川水質協議会としては次の提言を行っている。

- ・検出レベルが基準値の1/10以下ではあるが、VOCは通常検出されていないので、清浄であるべき水道の観点から、容認できない。
- ・アメリカで問題になっているMTBEによる汚染も懸念される。
- ・取水口への衝突、PWC同士の衝突によるガソリンやオイル漏れ、トルエン以外の汚濁物質、PWCへのガソリン及びオイルの給油漏れや、PWC利用者の飲食による河川の汚染も懸念される。
- ・水道水源という特殊性を考慮して、ウィンドサーフィンなどの環境に優しい種目に限定する事が望ましい。
- ・PWCの遊走水域は、取水口より下流（例：淀川大堰下流）が望ましい。

(3) 運輸省における水質影響調査委員会の設立

淀川における本件問題提起は、河川におけるPWCの集中的な利用を対象としたものである。しかしながら、PWCで採用されている水中排気方式は、騒音抑制等の観点から船外機、船内外機でも採用されており、また、他の地区においても淀川と同じ程度にプレジャーボートの利用が集中する地域があることを勘案すれば、本件と同様の事象が他の河川、湖等においても発生する可能性がある。

このため、運輸省においては本件問題を踏まえて委員会を設立し、マリンエンジン排出ガスが水質に与える影響について実験・計測等による調査を行うとともに、ハード及びソフト両面からの対策を検討し、今後、関係者が講ずべき事項、マリンエンジン利用者が配慮すべき事項等を委員会の提言として取りまとめることとした。

2. 検討対象とする主たるマリンエンジンの絞り込み (マリンエンジン排出ガスの排出メカニズム)

マリンエンジンを船舶の推進機構別に分類すれば、船内機、船内外機、船外機、PWCの4種に区分される。一方、燃焼サイクルの違いという観点からは4サイクル機関と2サイクル機関に分類される。

本委員会においては、各種調査・実験を効率的に進めるため、これらのマリンエンジンのうち何れの機種を検討の主たる対象とすべきかについて、その排出ガス放出メカニズムを踏まえつつ絞り込みを行った。

(1) 各エンジンの排気ガス放出メカニズム

(イ) 各推進機の排出構造

船内機 : 空中排気

船外機及び船内外機 : アイドリング時では排気逃がし口より空中排気、滑走時はプロペラボス中央部より水中排気

P W C : 高速走行時のみ空中排気、アイドリング時及び低中速走行時は水中排気

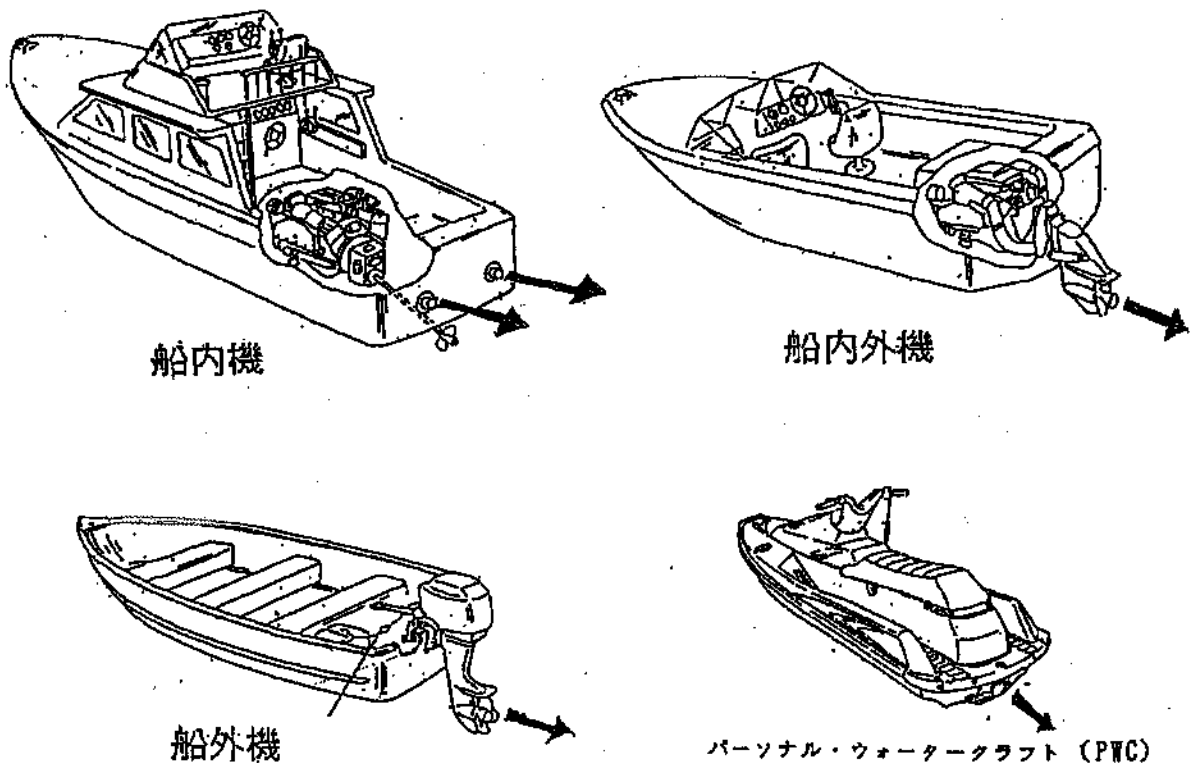
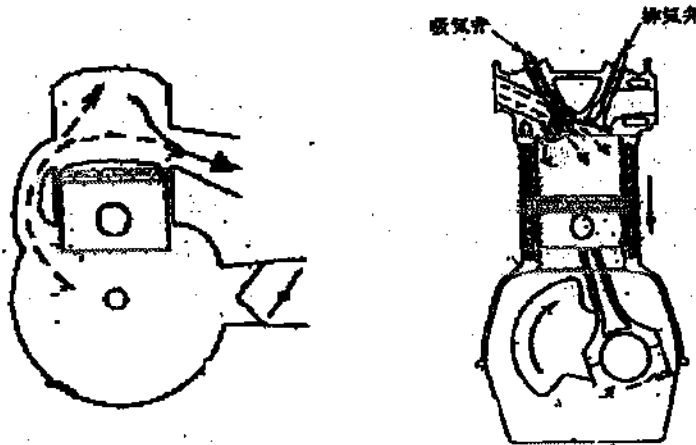


図3：プレジャーボートの各種推進方式（→は排気ガス）

(ロ) 2サイクル及び4サイクル機関の燃焼効率等の違い

2サイクル機関：吸気行程において燃料がシリンダー内に送られるが、その構造上、吸気行程と排気行程が重なる時間帯が生じるため、未燃焼燃料（炭化水素）が排出されやすい。なお、構造が単純で軽量であるのと2行程で1回爆発するので、小型で高出力が得られる。PWCエンジンは同エンジンを採用している。

4サイクル機関：単独で燃料がシリンダー内に噴射され、さらに吸気及び排気行程が分かれているため、未燃焼燃料が排出されにくい。なお、構造が複雑で4行程で1回爆発するので、2サイクルと同馬力を得るためには比較的大型になる。



2サイクル機関

4サイクル機関

図4：2サイクル機関と4サイクル機関の構造

(2) 調査・検討の主たる対象の選定

本調査・検討の対象エンジンとしては、以下を考慮し、最も水質への影響が強いと考えられるPWCを選定することとした。

- ・排気ガスの水中排気機構を採用
- ・高出力の機関を搭載
- ・上記の特徴を有する2サイクル機関を搭載
- ・一定の水域を反復的、集団的に走行

3. 調査・検討に係る対象物質の絞り込み

(1) 排出ガス成分

2 サイクルガソリン機関を搭載するPWCの主な排出ガス成分は、以下のとおり大別できる。

○無害成分：N₂、O₂、CO₂

○有害成分：CO (67.0%*)、HC (32.6%*)、NO_x (0.4%*)

*：上記各物質の割合は、CO+HC+NO_x=100%とした場合のg/KW hr (質量) 比

このように、排気ガス中の有害物質には、燃焼に伴い生じる酸化化合物 (NO_x) 及びガソリンの未燃成分である炭化水素 (HC) が含まれるが、COについては水溶性が低く直ちに大気に放出されること、また、NO_xの含有量はHCに比べ極めて微量であることからHCを対象物質とすることとした。他方、ガソリンは極めて多種類のHCの混合物であり、これらの物質全てを対象として化学的な分析を行うことは現実的でない。

このため、委員会においては、先ず石油連盟等を通じてガソリンの成分に関する調査を行うとともに、次にこれら物質に対する国の環境基準の現状を調査し、これらを総合的に勘案して、調査・実験等の対象となる物質を絞り込むこととした。

(2) ガソリンの成分

ガソリンの組成について、石油連盟等を通じて調査を行った結果は以下のとおりであった (各石油メーカーの成分表：添付資料 1-1, 2)。

また、淀川水質協議会で問題とされたガソリン添加物のMTBEについても、インターネット等を通じて調査を行った。

(イ) 主な成分 (アロマ+オレフィン+パラフィン=100%)

アロマ (芳香族系) : ベンゼン*、トルエン、キシレン等

オレフィン (二重結合系) : イソブチレン、イソプレン、C₇O等

パラフィン (飽和炭化系) : 4-メチルヘプタン、4-メチルオクタン等

*：ベンゼンは、有害物質として特別監視対象下にある。

(ロ) 今後のガソリン成分 (ベンゼン) の変更計画

ベンゼンのガソリン内体積百分率 (濃度) が、品確法施行規則改正施行に伴い、平成11年4月1日より、現行5vol%から1vol%に変更予定。

(ハ) ハイオクガソリン

レギュラーガソリンよりオクタン価の高いガソリンでアンチノック性が高く、プレミアムガソリンとも呼ばれる。一般に圧縮比の高い高性能のガソリンエンジンに使用される。

成分組成はレギュラーガソリンに比べアロマ系VOCの含有率が高い (ベンゼン：0.7倍、トルエン：2.2倍、キシレン：1.4倍)。また、オクタン価を高めるた

めの添加剤として、以下に述べるMTBEが使用されることがある。

(二) MTBE (Methyl Tertiary-Butyl Ether:メチル・第3ブチル・エーテル)

鉛の代用品としてガソリンのオクタン価を高めるためにガソリンに添加される人工の有機化合物である。米では大気汚染抑制のため使用が促進されてきたが、最近では、一部の州が水質に与える影響から使用禁止に関する条例を制定し、規制するところもある。

1) 特性

- ・エーテル類の含酸素化合物で、オクタン価が118と高い。
- ・エンジン排気ガス中の一酸化炭素や、燃料中の燃焼しきれない炭化水素を減らすための、鉛に代わるガソリン添加剤として用いられている。
- ・水中に溶解しやすく、自然分解しにくい。土壤に吸着しにくい。

2) 健康等への影響

- ・MTBEの健康影響については現段階では十分なデータはないが、米国では影響評価対象物質となっている。
- ・飲料水に混入した場合は、低濃度でも異臭を放ち、味が変わる。

3) 規制動向

- ・現在、国内ではMTBEに係る水質基準等はない。
- ・米国では、州レベルで規制の動きがある。

4) 国内における利用状況

- ・JIS規格ではガソリン内含有量の上限を7vol%に規定(米国では15vol%)。市場の実態としてMTBEの配合はハイオクガソリンに限られている。
- ・MTBEを添加剤として使用している石油メーカーは5社である。

(3) 水質に係る内外の各種基準等

現在、国内において水質に係る基準を定めている主たる法律としては、環境基本法、水道法、水質汚濁防止法がある。これらの法律に基づき定められる基準の性格は以下のとおりであり、本調査研究においては、基本的に環境基本法に基づく環境基準を参考としつつ検討を行うこととした。

また、MTBEについては、既に米国等の諸外国においてその水質への影響が社会的な問題として取り上げられていることから、WHOの飲料水水質ガイドライン及び米国EPA基準についても調査を行った。

(イ) 環境基本法

1) 環境基準

- ・国、地方自治体等が公害対策を進めていく上での行政上の目標(常に維持されるべきもの)。全ての公共用水域に適用。

2) 環境に係る要監視項目(環境庁水質保全局通達による)

- ・人の健康の保護に関する物質であるが、公共用水域等における検出状況等から見

- て、現時点では環境基準とせずに、引き続き知見の集約に努める指針。
- ・今後の科学的な判断の向上、水質汚濁の状況の変化等により、随時基準化。

基準値 (抜粋)

項目	基準値 (mg/l)
カドミウム	0.01以下
ベンゼン	0.01以下
四塩化炭素	0.002以下

要監視項目 (抜粋)

項目	基準値 (mg/l)
クロロホルム	0.06以下
キシレン	0.4以下
トルエン	0.6以下

(ロ) 水道法に基づく水質基準及び基準を補充する項目

- ・地方自治体並びに水道事業者及び水道用水供給事業者が守るべき飲料用水の水質基準。環境基本法に基づく環境基準等とほぼ同一の内容。

健康に関する項目 (抜粋)

項目	基準値 (mg/l)
カドミウム	0.01以下
ベンゼン	0.01以下
鉛	0.05以下

監視項目 (抜粋)

項目	基準値 (mg/l)
トルエン	0.6以下
キシレン	0.4以下
ニッケル	0.01以下

(ハ) 水質汚濁防止法に基づく水質基準

- ・工場、事業場等の固定施設からの排水に適用される基準。
- ・排水後の希釈を考慮し、原則として環境基本法に基づく環境基準の10倍。

主要な項目 (抜粋)

項目	基準値 (mg/l)
カドミウム	0.1
ベンゼン	0.1
水銀	0.005

(ニ) WHO飲料水水質ガイドライン

- ・WHOが加盟各国に対し、本ガイドラインを参考にして、それぞれの国の自然、社会、文化及び経済的状況を勘案して実行可能な適切な水質基準を定めることを勧告。
- ・策定にあたっては、国際がん研究機関(IARC)の発がん性評価、国際化学物質安全性評価(IPCS)、FAO/WHOの合同残留農薬専門委員会(JWPR)、FAO/WHOの合同食品添加物委員会(JECFA)が実施したリスクアセスメントも活用。

健康影響に関するガイドライン (抜粋)

項目	基準値 (mg/l)
ベンゼン	0.01
トルエン	0.7
キシレン	0.5

飲料水としての性状目標値 (抜粋)

項目	基準値 (mg/l)
トルエン	0.024
キシレン	0.02
エチルベンゼン	0.002

(ホ) 米国EPA安全飲料水法に基づく水質基準

①第一種飲料水規制 (健康に係る項目)

・最大許容濃度 (MCL : Maximum Contaminant Level)

水道より供給される飲料水中における汚染物質の許容最大値で、法的拘束力をもつ。処理コストと技術的可能性を考慮し、最大許容濃度目標に近づけるよう設定。

・最大許容濃度目標 (MCLG : Maximum Contaminant Level Goal)

物質の有する毒性を考慮し、既知あるいは予知される健康への悪影響に対しても十分な安全性を保った目標値。理想的な水質目標であり、法的強制力を有しない。

②第二種飲料水規制 (水道の利用上の障害になる項目)

・第二種最大許容濃度 (SMCL : Second Maximum Contaminant Level)

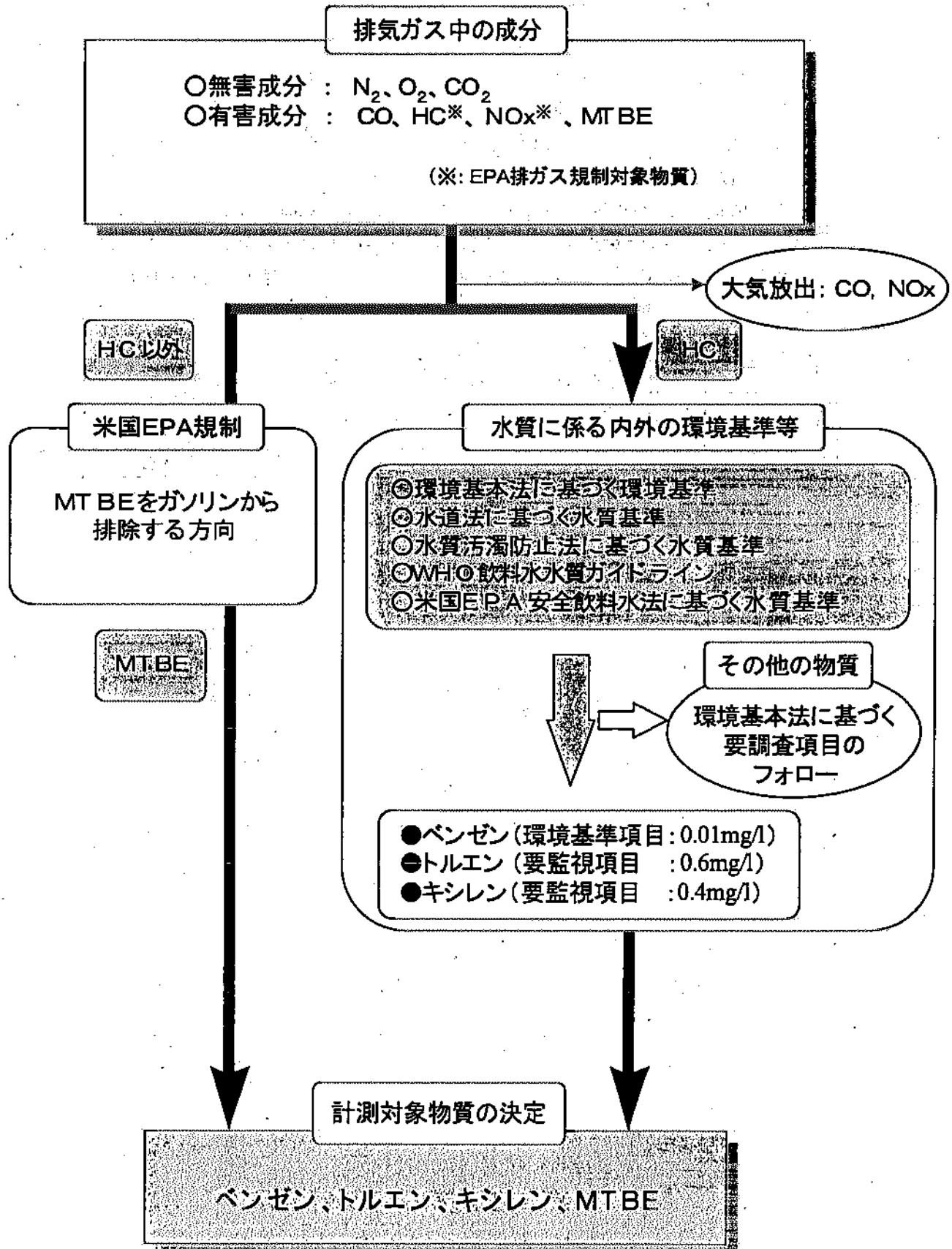
公共の福祉を保護するため、主として感覚項目 (臭気、味、着色等) や水道を利用する上で障害となる物質について定められた目標値で、法的拘束力をもたない。

主要な項目 (抜粋)

項目	MCL (mg/l)	MCLG (mg/l)	SMCL (mg/l)
ベンゼン	0.005	0	適用なし
トルエン	1	1	適用なし
キシレン	10	10	適用なし

(4) 計測対象物質の決定に係る考え方

水質への残留性、人体への影響等を勘案し、実験・計測の対象物質をベンゼン、トルエン、キシレン、MTBEの4物質とすることとした。



4. 排出ガスの水中溶出に係るラボテスト

マリンエンジンの排気ガス中に含まれるベンゼン、トルエン、m,p,o-キシレン（以下「特定VOC」という）の排出レベルを確認するとともに、排出ガス成分の水中への溶出をPWCの実機を用いて確認した。

実験の概要及び結果は、以下のとおりである。

(1) 実験項目

- ① 排出ガス中の特定VOCの各濃度測定
- ② 特定VOCの水への溶解性の確認
- ③ 特定VOCの水への溶け込み後の時間経過による変化の確認

(2) 実験用機器等の概要

(イ) エンジン回転数の設定モード

- ・ 全開 (Mode-1:M1)、中間開度 (Mode-4:M4)、アイドル (Mode-5:M5) の3モード
- ・ 水への溶け込みの分析はアイドルのみ

(ロ) 供試機 (PWCエンジン)

- ・ 排気量 : 2サイクル3気筒 1,200cc エンジン
- ・ 出力 : 145PS
- ・ 排気ガス対応別機種 : 現状レベル及び2006MY規制値(添付資料2:自主規制説明表参照)合格レベルの2水準機

(ハ) 供試燃料 : 国内レギュラーガソリン。なお、成分比率 (vol%) 以下のとおり。

ベンゼン:0.7%、トルエン:5.64%、
m-キシレン:3.02%、p-キシレン:1.25%、o-キシレン:1.54%

(ニ) 供試用水 : 天竜川原水

(ホ) 試験期間 : 平成11年4月20日～23日

(ヘ) 測定機器の詳細及び実験装置ダイヤグラム

測定機器	製造社	精度
電気動力計	明電舎株式会社 PTW-DAD	+/- 0.5% F.S
排気ガス分析計	堀場製作所 MEXA-9100D	CO, CO ₂ : +/- 1.0% F.S HC: +/- 1.0% F.S NOx: +/- 1.0% F.S
パージトラップ・ ガスクロマトグラフ 質量分析計	Tekmar 社製 HP 社製 5890series II 日本電子製 Automass	ベンゼン:0.005 mg/l トルエン:0.005 mg/l m,p キシレン:0.005mg/l o キシレン:0.005 mg/l

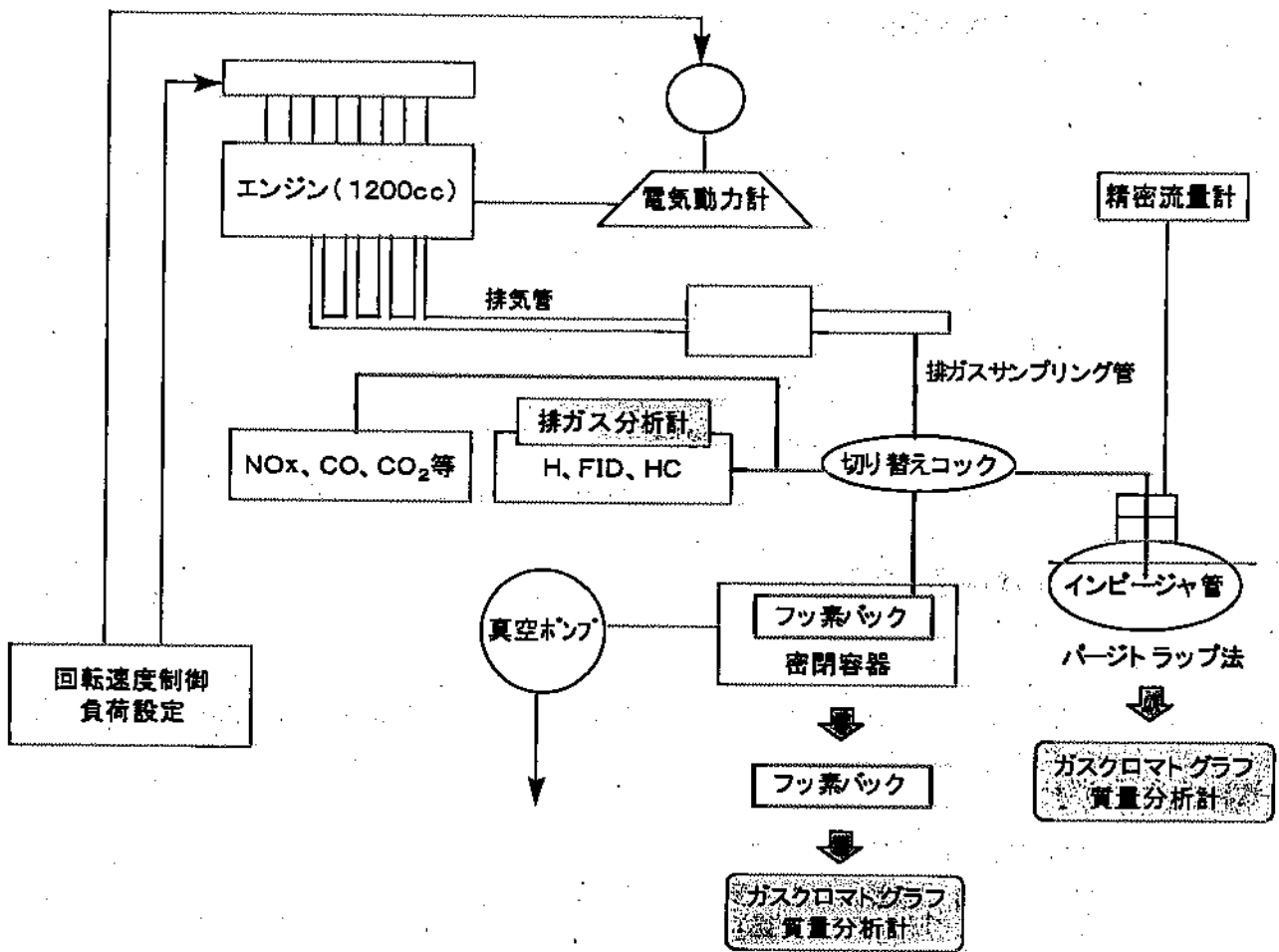


図5：実験装置ダイヤグラム

(3) 測定1：各モード毎の特定VOC濃度

(イ) 測定方法

- ・ エンジントルク、回転速度は ISO 8178-4 E4 モード排気ガス測定法による。
- ・ エンジン回転安定後、水素イオン化法により炭化水素を測定する。
- ・ バック捕集法^{*1}にてエンジンからの排気ガスをフッ素バックに導く。

*バック捕集法：真空捕集箱のフッ素バックにガスを導く。

- ・ 各モード毎の計測及びガス採集をおこない、フッ素バックよりガスクロマト分析器にサンプルを注入し分析する。

(ロ) 実験結果

- ・ 図6に、従来機種と排気ガス対応機別のM1、M4、M5各モード毎の排出ガス中の各特定VOC排出レベルを示す。
- ・ 各特定VOC濃度は、アイドル(M5)時に最大となる。
- ・ 従来機に比べ排気ガス対応機のVOC濃度は、何れのモードにおいても低減した。特に、アイドル時における低減が顕著であった。

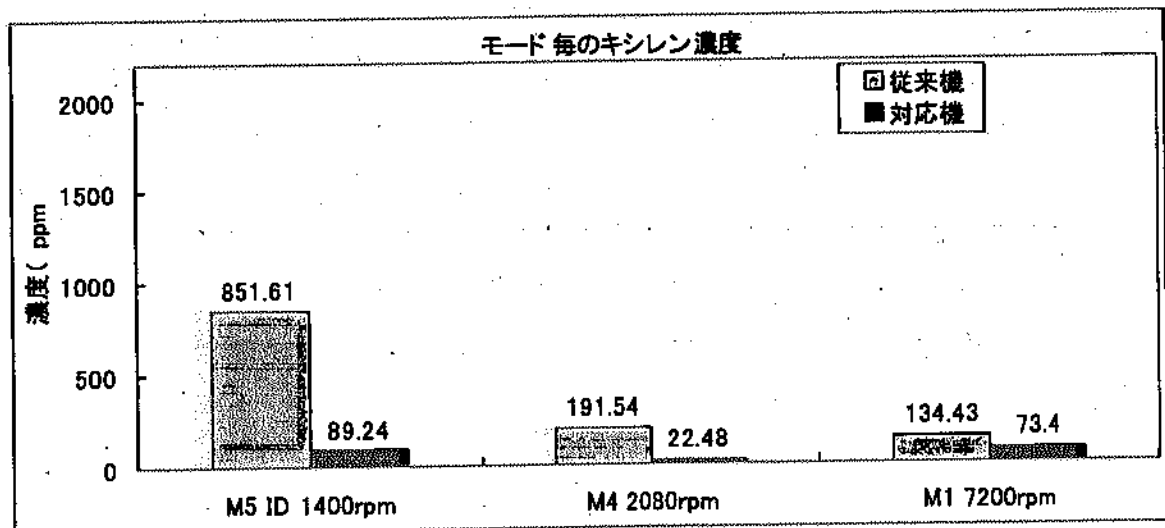
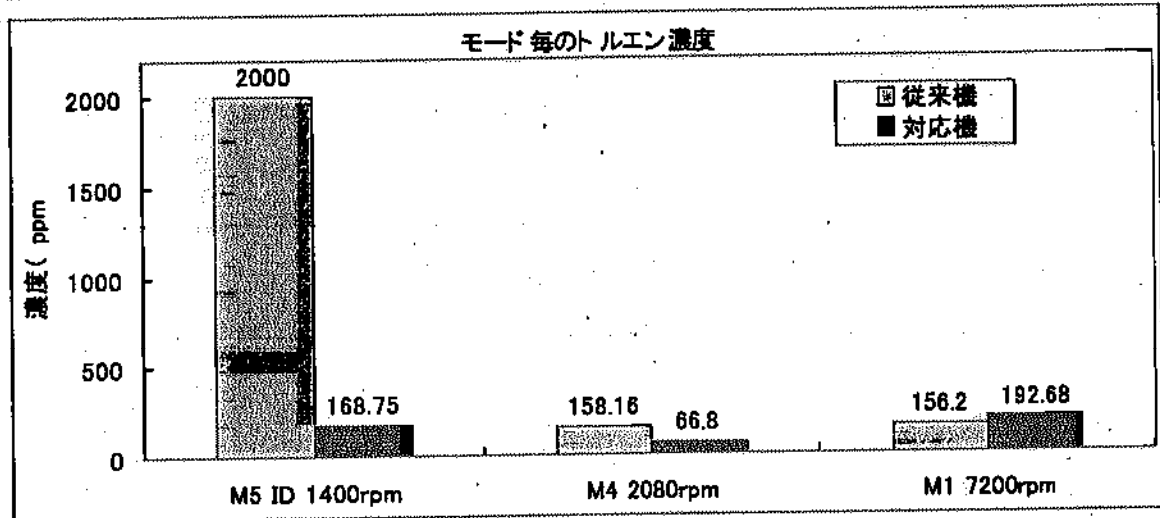
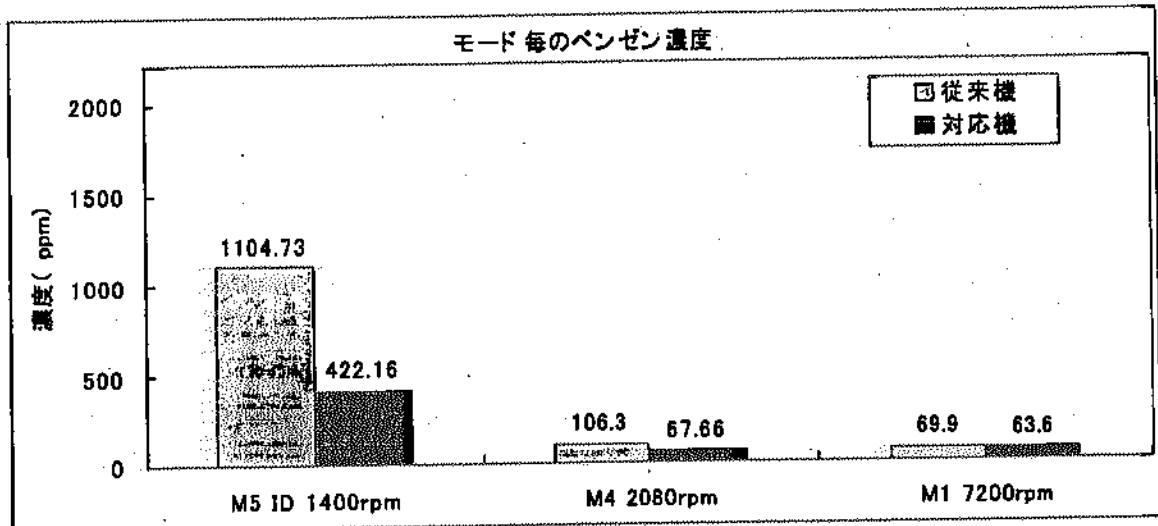


図6：各モード毎の特定VOC濃度

(4) 計測2：特定VOCの水への溶解性

(イ) 測定方法

- ・エンジンはアイドル状態。
- ・インピージャ管に原水 60ml を入れる。
- ・排気ガスを流量 200ml/分で、インピージャ管に通気接触させる。
- ・0.5、1.0、2.0 リットル毎に 30ml ガラス製バイヤス瓶に採水し、保冷する。
- ・ガスクロマトグラフ質量分析法(GC/MS)、パージ&トラップ法にて分析する。
- ・水への溶解性は、吹き込みガス量と排気ガスレベルをパラメーターとして実施する。

(ロ) 実験結果

- ・ガス送付量と溶け込み濃度は正相関関係にある。
- ・従来機種に比べ、排気ガス対応機種の排気ガス内VOCの水への溶け込みの量は低減している。

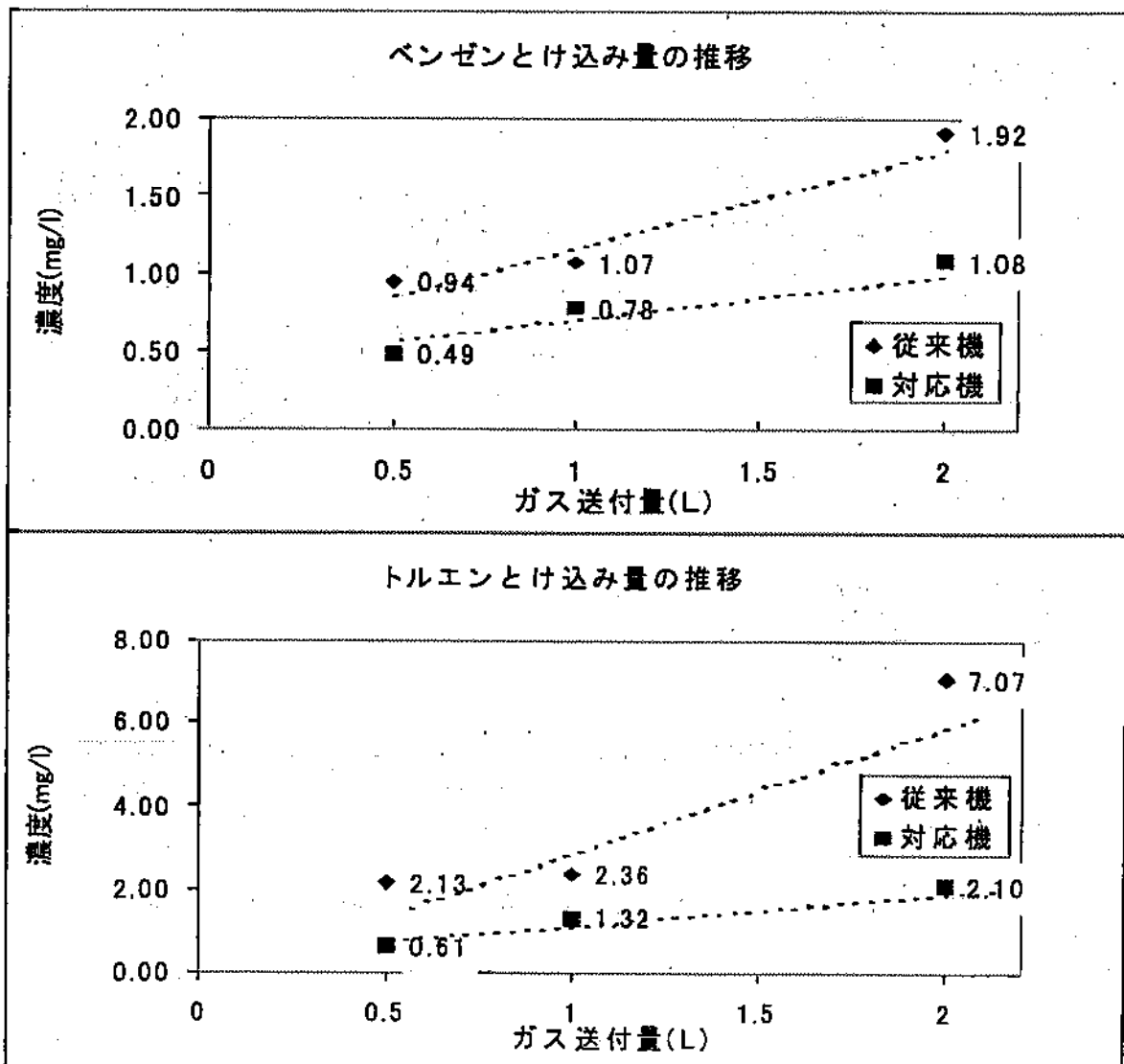


図7：特定VOCの水への溶解性

(5) 計測3：特定VOCの水への溶け込み後の時間経過による変化

(イ) 測定方法

- ・ 従来機種のアイドル時の排気ガス2リットルを原水60ccに溶け込ませ、淀川における溶け込み状態に近くするために、12.5倍に希釈した水を計測原水とする。
- ・ 300ml ビーカーに250ml 採水し、ウォーターバスで温度を一定にする。
- ・ スターラーで水温が均一になる程度に攪拌する。
- ・ 30分及び60分後に30ml ずつ採水し、GC/MS、ページ&トラップ法にて分析する。

(ロ) 実験結果

- ・ 初期段階ではVOC濃度の減衰量は大きいですが、約30分を経過すると濃度減衰率は低下する。
- ・ 各VOCの60分経過後の減衰率は、次のとおり。
ベンゼン：53%減、トルエン：24%減、o-キシレン：75%減、m,p-キシレン：変化無し。

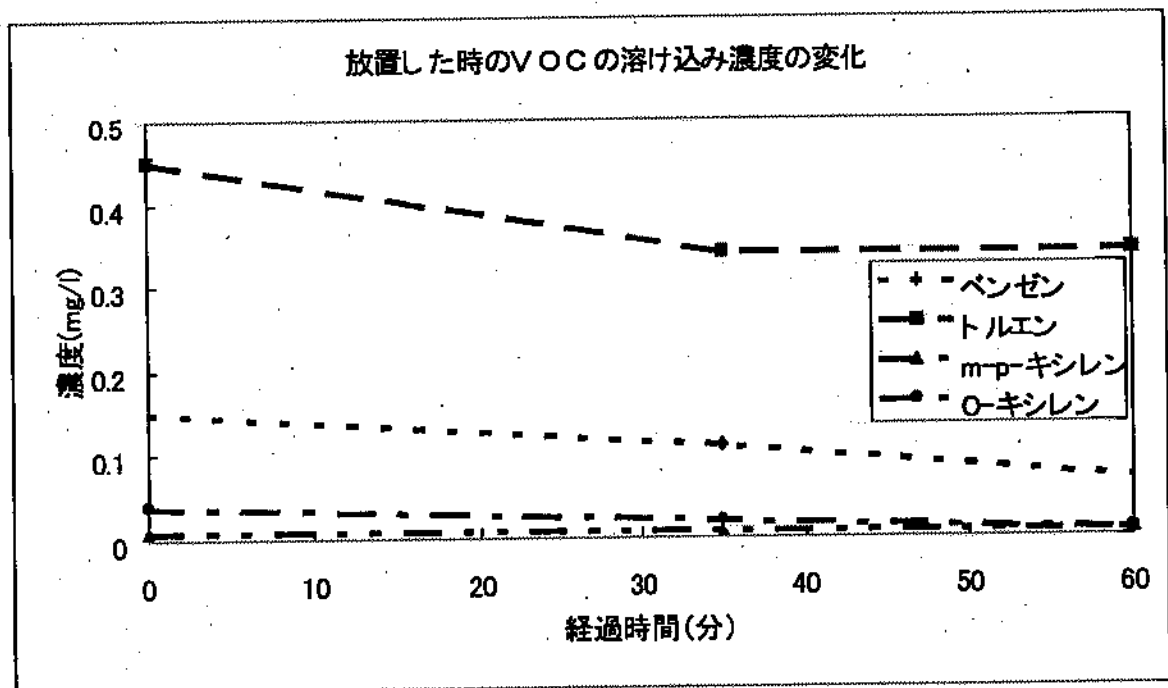


図8：特定VOCの水への溶け込み後の時間経過による変化

(6) ラボテストの結果概要

- ・ 各モード別では、アイドル時にVOC濃度は最高になる。
- ・ 排気ガス自主規制対応機の排気ガス内VOC濃度は従来機のそれより、大きく減少する。
- ・ 排気ガス内VOCの水への溶け込み量も、排気ガス自主規制対応機の方が少ない。
- ・ 水に溶け込んだVOCは初期段階では急速に減少するが、一定時間を過ぎると減少量は低下する。

5. PWC利用水域における実地水質計測

マリンエンジンの排出ガスによる環境負荷が大きいと考えられる水域において水質のサンプリング調査を行い、水質影響の現状を把握することとした。

なお、水質サンプリング調査の対象水域は、水域における走行頻度等を勘案し、大阪府貝塚市二色の浜、琵琶湖神埼郡栗見出在家浜、群馬県邑楽郡利根川大堰上流の3地域とした。また、水質サンプリングの実施と併せて、利用実態を把握するため、ユーザーに対するアンケート調査を行った。

(1) 実地計測地におけるPWCユーザーへのアンケート調査結果（添付資料3）

各計測地におけるユーザーへのアンケート調査結果は次のとおり。

- ・全体の31%のユーザーが改造を行っている。

注：運輸省の調査である旨を明示した地域では、改造率が他の地区と較べて明らかに低い。当該地区を除く改造率は38%。

- ・全体の43%のユーザーがハイオクガソリンを利用している。ハイオク利用の理由としては、「エンジンに良い」をあげるものが多く、次に「エンジンの改造」との回答が多かった。

注：以上のような改造は圧縮比を高めるものが多く、オクタン価の高いハイオクガソリンが使用される。また、改造は騒音問題の主原因ともなる。

- ・1日当たりのガソリン使用量は、1台当たり平均30リットル強であった。40リットル以上使用するという回答も29%あった。
- ・年間走行日数は平均20日弱であった。年間40日以上という回答も10%あった

(2) 採水及び分析方法

各実地計測地における採水方法及びその分析方法は次のとおり。

(イ) 採水方法

1) 器材

- ・ハイロート採水器金具（1式）
- ・ハイロート採水ガラス瓶（2本、内1本は破損時の予備）
- ・保存用スクリュウキャップガラス瓶（100ml）（採水ポイント数×2本）

注）清澄な環境下100℃以上でガラス瓶内面吸着VOCを除去してあり、排気ガスの漂っている環境で開閉すると、分析値に影響するので、採水直前までふたを開けない。

- ・ポリ瓶（1リットル）（1本）
- ・クーラーボックス（2ケ）

2) 採水手順

（一般水質用採水）

- ・調査日のPWC走行前に、ポリ瓶のふたを開け少量の水をすくい、良く振り洗

- 浄する。空気層が残らない様に満水にしてふたをする。
- ・クーラーボックス内で保冷する。

(特定VOC用採水：表層水)

- ・各採水ポイント毎に、スクリーキャップガラス瓶 (100ml) 2本に採水。採水直前までふたを開けない。
- ・一般水質用の採水手順と同じ方法で瓶に水をする。

(特定VOC用採水：水深1mの水)

- ・ハイロート採水器にて、水深1mの水を採水。
- ・船上にハイロート採水器を引き上げる。
- ・各採水ポイントにつきスクリーキャップガラス瓶 (100ml) 2本に採水。採水直前までふたを開けない。
- ・一般水質用の採水手順と同じ方法で瓶に水をする。

(ロ) 分析方法 (添付資料4)

(ハ) 分析機器詳細 (添付資料5)

(3) 利根川大堰付近における水質計測結果 (群馬県邑楽郡千代田町)

実地計測を行った地域のうち、利根川大堰での計測結果を以下に記す。なお、計測箇所及び計測地外観図は図9のとおり。

(イ) 概要

実施日：平成11年6月6、7日(日、月)

天候：6日；快晴、風向き：右岸→左岸、気温：31℃、水温：20℃(午後4時)。
午前中は凪、夕方は波高20cm程度。

7日；雨

現地状況：河幅約600m。水深3m。流速0.14~0.19m/s。斜路のある左岸は淀んでいる。河川中央部は流れがあり、比較的澄んでいる。大堰手前右岸に取水口あり(図9参照)。

走行状況：常時15台程度が走行。同地域乗り入れ全艇数は140台程度。

アンケート結果：ハイオク使用率；32%、改造率；35%

所見：当該水域では、河川敷への車の乗り入れが容易なことから広範囲にわたるマリレジャー水域(ボートセイル、PWC、パラセイル等)となっている。当該水域は高速道路からのアクセスが容易で、東京からは約1時間という近距離であり、関東地区ではPWCの走行密度が最も高い水域と考えられる。

(ロ) 検知された利根川中央部のVOC濃度及び計測地外観図 (詳細データ: 添付資料6)

VOC (mg/l)	採水箇所①	(参考) ●	採水箇所②	採水箇所③	採水箇所④
	0 m	200 m	400 m	1000 m	1700 m
ベンゼン(基準値*:0.01)	0.001未満	0.006	0.008	0.004	0.002
トルエン(基準値*:0.6)	0.001未満	0.011	0.025	0.008	0.001未満
キシレン(基準値*:0.4)	0.001未満	0.009	0.018	0.008	0.002
MTBE	0.001未満	0.006	0.021	0.004	0.002

*: 環境基本法に基づく環境基準値

利根川大堰外観図及び採水箇所

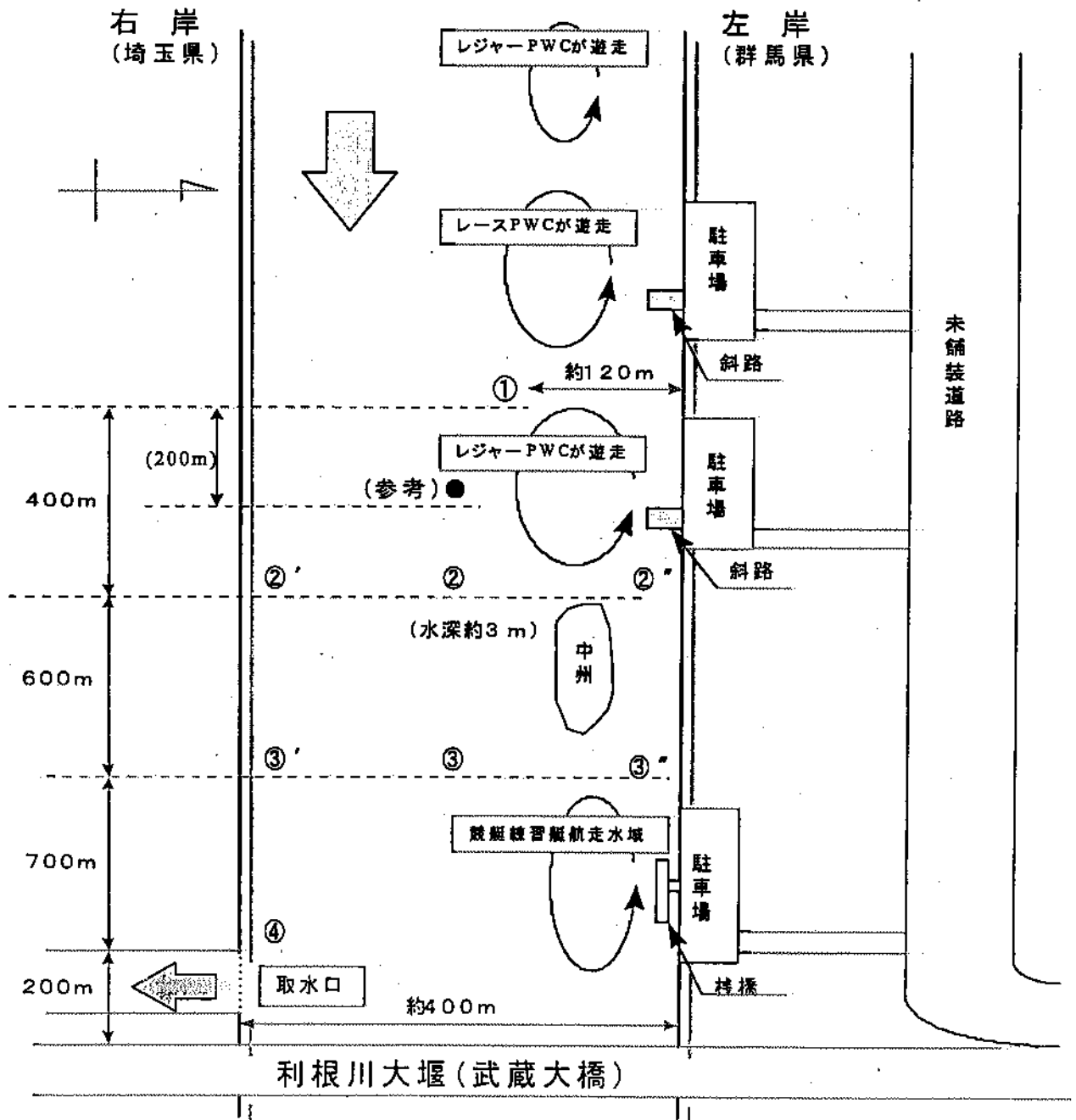


図9: 利根川外観図及び採水箇所

(ハ) 考察

- ・採水箇所②においてVOC濃度が最も高いが、これは図9からも分かるように、多くのPWCが走行している直近の下流に位置するためと考えられる。
- ・採水箇所②の値をピークとすると、下流に向かうに従いVOC濃度が段階的に減衰している。
- ・採水箇所②から1,300m下流の取水口では、VOCは殆ど検知しなかった。
- ・添付資料4で確認できるように、VOCは流速の速い河川中央部に集中しており、岸側では殆ど検知しなかった。

(4) 全計測地の水質調査結果

利根川の結果は上記のとおりであるが、その他の地区における計測結果も踏まえ、確認された事項は以下のとおり。

- ・PWCの走行に伴い、遊走水域のVOC及びMTBEの濃度が上昇することが確認された。
- ・二色の浜での計測時に、遊走水域の水面部と水深1m程度の深さの2箇所にて採水し、各VOC及びMTBEの濃度を測定した結果、両者に有為な差がないことが確認された(以後、他の計測地では水面部のみの採水とした)。
- ・VOC及びMTBEの濃度上昇は遊走水域周辺に限定されていることが確認された。
- ・二色の浜、琵琶湖の遊走水域及び採水箇所は湾内にあるため、ベンゼン濃度が他の物質に比べ一時的に高くなることがあったが、当該濃度はPWCの走行終了後、時間経過とともに減少し、翌日には走行開始前と同レベルになることが確認された。
- ・河川の場合、VOC及びMTBEの濃度変化は川の流れ等に大きく左右されること、遊走水域の下流では濃度が低下することが確認された。
- ・今回調査を行った3ヶ所の水域については、何れの水域においても、年間平均値として定められている環境基準値等を下回っていることが確認された。

注：ベンゼン濃度が最高を記録した二色の浜を例にとれば、年間の走行日数を90日とし、走行日においては日中(12時間)ベンゼンの濃度が今回の測定最大濃度を持続すると仮定しても、年間の平均濃度は環境基準値の22%となる。

6. マリンエンジン排出ガスによる水質影響の低減方策

本委員会において行った各種調査結果を総括すると、以下の内容に取りまとめることができる。

- 今回の調査水域は、全国でもPWCの利用密度が最も高いと言われている代表的な例であるが、これら水域においてもVOC濃度は環境基準内にあることが分かった。
- なおベンゼンに関しては、環境基準との相対値が他の物質に比較して高い場合もあったが、平成12年1月以降、ガソリン中のベンゼン含有率の規制が為されることを考慮すると、環境への影響は低減される方向に向かうものと思料される。
- しかしながら、PWCの利用が環境に負荷を与えていることは事実であり、地域との調和あるプレジャーボート利用を確保する観点から、環境負荷を極小化するための取り組みが求められる。
- 特に、水道水原水として利用が行われる水域については、水道水管理事業者の負担軽減、地域住民の感情等にも配慮する必要がある。

以上を総合的に判断し、今後のPWCの利用に際し、地域の実情を配慮しつつ以下の対策を推進していくものとする。なお、運輸省においては、ガソリン含有成分の人体への影響等に係る最新の知見に留意するとともに、関係機関との関連情報の交換に努めることとする。

〈短期対策〉

PWC製造メーカー及び販売店を通じ、パンフレットの配布や製品へのステッカー貼付等により、以下の事項についてユーザーへの周知・啓蒙を図る。

- 環境に優しい燃料の使用促進
 - ・湖川においては原則としてレギュラーガソリンの使用を推奨
 - ・ハイオクガソリンを使用する場合は、MTBE未使用、かつ芳香族炭化水素の含有率の低い銘柄の使用を推奨
- 水道水取水口地点上流におけるエンジン部分改造艇の利用自粛
 - ・ユーザーに対する指導
- 環境に配慮した操縦方法等の周知徹底
 - ・不要なアイドリングの防止
 - ・利用水域における給油時の漏油防止
- 水道水取水口付近での走行自粛
 - ・一定の隔離距離の確保
 - ・ブイの位置の変更
 - ・台数・運転時間の制限等

〈中長期対策〉

マリンエンジン製造メーカーにおいてハード面での改善を推進する。

- 排気ガス自主規制の確実な実施

●環境対応エンジンの開発の促進

おわりに

本委員会で提言された方策は水質影響低減のための基本的な指針であり、各地域において実情に即した対策が講じられれば、水質影響の低減が図られるものと考えられる。

これまでの調査により判明した全国の淡水域に所在する主要PWCゲレンデは、概ね以下のとおりである。現時点では、淀川を除き問題は顕在化していないが、今後のPWCの利用動向等を踏まえつつ、環境への影響を監視する必要がある。

地域 運輸局	水域	所在地	ゲレンデの名称	最盛期の 走行艇数
東 北	十和田湖	青森県 上北郡十和田湖町	宇樽部キャンプ場	20台
東 北	小笠原湖	青森県 三沢市	市民の森付近湖岸	40台
関 東	利根川	群馬県 邑楽郡千代田町	利根大堰（武蔵大橋）上 流	150台
中 部	木曾川	岐阜県 各務原市	ライン大橋上流	20台
中 部	木曾川	岐阜県 羽島市	馬飼大橋上流	150台
近 畿	淀川	大阪府 摂津市	鳥飼大橋下流 一津屋地区	150台
近 畿	琵琶湖	滋賀県 彦根市	松原浜	60台
近 畿	琵琶湖	滋賀県 彦根市	新海浜	100台
近 畿	琵琶湖	滋賀県 神崎郡能登川町	栗見出在家浜	150台
近 畿	琵琶湖	滋賀県 近江八幡市	木の浜	20台
近 畿	琵琶湖	滋賀県 滋賀郡志賀町	松の浦	50台
近 畿	琵琶湖	滋賀県 滋賀郡志賀町	近江舞子南	200台
近 畿	琵琶湖	滋賀県 大津市	柳ヶ崎	140台
中 国	高梨川	岡山県 倉敷市	高梨大堰（水島大橋）上 流	50台

なお、本件問題の発端となった淀川地区においては、地域のPWC販売事業者団体を中心として、本委員会で提言された対策のうち同地区において実施可能な事項を組み合わせで講じた結果、昨年の計測値と比べて、これを大幅に下回る状況が確認されたことを最後に申し添えるとともに、巻末に同地区における取り組みの実例を紹介するので、その他の地域における参考とされたい。

【参考資料】 淀川一津屋地域における水質影響低減に向けた取組み例

本委員会開催中に、護岸工事のため一時閉鎖されていた一津屋地区が平成11年7月1日より開放されることとなったため、PWSA大阪支部の関係者による打ち合わせが行われ、下記の対策が取られることとなった（別紙一津屋地区外観図参照）。

（1）対策

（イ）水域利用時間の制限

- ・開放期間は平成11年7月17日から10月17日までの土、日曜日のみ
- ・開放時間は10:00～16:00（駐車場のゲート開閉にて制限）
（注：従来は曜日や時間の制限はなされていなかったため、早朝から日没後まで走行しており、これは実質的な走行制限になる。）

（ロ）遊走水域の変更

- ・ブイを設置して、間断なく走行するレース艇の利用水域を鳥飼大橋付近に限定
- ・一津屋取水口直近に走行禁止区域を設定

（ハ）燃料補給時のガソリン流出防止対策の徹底

- ・ユーザーへの指導徹底（陸上給油、ジャバラホースの使用等）

（ニ）水質影響低減ガソリン使用の啓蒙

- ・ユーザーに対するレギュラーガソリンの使用促進
- ・ハイオクガソリンを使用するユーザーに対する特定銘柄^(注①)使用の指導（口コミでの伝達に留める；文書での周知に問題有り^(注②)）

注①ハイオクガソリンを使用せざるを得ない場合、モービル石油 S. S. での購入を推奨。理由は以下のとおり。

- ・MTBE未添加ガソリンである。
- ・トルエンの含有率が他社製品より比較的少ない。（トルエンはガソリン内含有量が最も多い化学物質で、基準値に抵触する可能性が最も高い）

注②・PWSA大阪地方支部及び同支部に属する販売店としては、モービルガソリン購入推奨を口コミで伝えることは問題はないが、ユーザーに対しペーパー（販売店MAP及び店名リストの配布等）で示す際には、PWSA本部からの指示が必要。

- ・PWSA本部としては、団体名で当該文書を出すことはできない（以前オートバイに関する類似事例で、石油メーカーから問題提起された）。
- ・石油連盟は、同通達が発出される場合には、通達内容を事前に把握することを希望している。

（ホ）その他

- ・開放時間内にはPWSA指導員による管理体制を敷き、各ユーザーに対し上記

項目を遵守するよう指導徹底する。また、監視の為にパトロール艇も配置した。
 ・今後主要箇所（取水口付近等）にてサンプル採水を実施し、適宜対策を講じる。

(2) 対策後の特定VOC計測結果

(イ) 本年7月以降の「ゆうきセンサー」による検知状況は次表のとおり。

日時		トルエン (mg/l)	キシレン (mg/l)	ベンゼン (mg/l)	PWC 全乗入台数	
					リヤ	レス
7月18日 (日)	14:49~18:49	0.001~ 0.005	0.001~0.002	検知せず	51台	
					25	26
7月24日 (土)	15:44~17:44	0.001	検知せず	検知せず	14台	
					14	0
7月25日 (日)	13:43~19:43	0.001~ 0.005	0.000~0.003	検知せず	61台	
					58	3
7月31日 (土)	16:38~19:38	0.001~ 0.002	検知せず	検知せず	10台	
					8	2
8月1日 (日)	13:37~20:37	0.002~ 0.019	0.000~0.006	0.000~0.001	113台	
					90	23
8月7日 (土)	14:32~16:32	0.001~ 0.002	検知せず	検知せず	23台	
					17	6
8月8日 (日)	13:31~18:31	0.002~ 0.008	0.001~0.004	検知せず	95台	
					74	21
8月14日 (土)	14:25~19:25	0.000~ 0.003	0.001~0.005	検知せず	48台	
					26	22
8月15日 (日)	降雨のため	検知せず	検知せず	検知せず	59台	
					37	22
8月21日 (土)	16:19~17:19	0.001	0.000~0.001	検知せず	24台	
					20	4
8月22日 (日)	13:19~18:19	0.001~ 0.008	0.001~0.004	0.000~0.001	130台	
					102	28
8月28日 (土)	検知せず	検知せず	検知せず	検知せず	16台	
					12	4
8月29日 (日)	13:12~20:12	0.001~ 0.012	0.000~0.005	0.000~0.001	117台	
					99	18
9月4日 (土)	14:07~19:07	0.001~ 0.003	0.001~0.003	検知せず	18台	
					17	1
9月5日 (日)	13:06~21:06	0.001~ 0.020	0.000~0.007	0.000~0.001	103台	
					88	15
9月11日 (土)	15:01~20:01	0.001~ 0.006	0.000~0.001	検知せず	31台	
					25	6

9月12日 (日)	14:00~21:00	0.001~	0.000~0.003	0.000~0.001	111台	
		0.011			95	16

データ提供：大阪府水道部水質管理センター及びPWSA

(ロ) PWSAによる独自計測結果

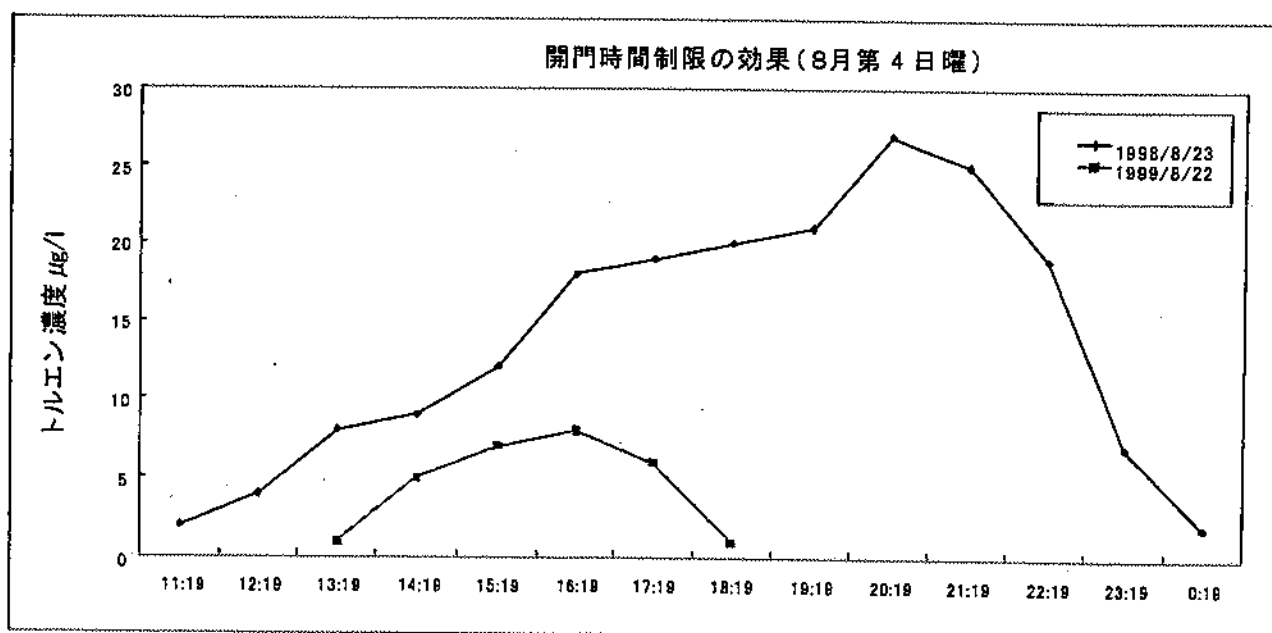
PWSAにおいても、同取水口付近にて以下のとおり採水し分析した結果、8月1日及び8月15日の採水・分析データと「ゆうきセンサー」データとの整合性が確認された。

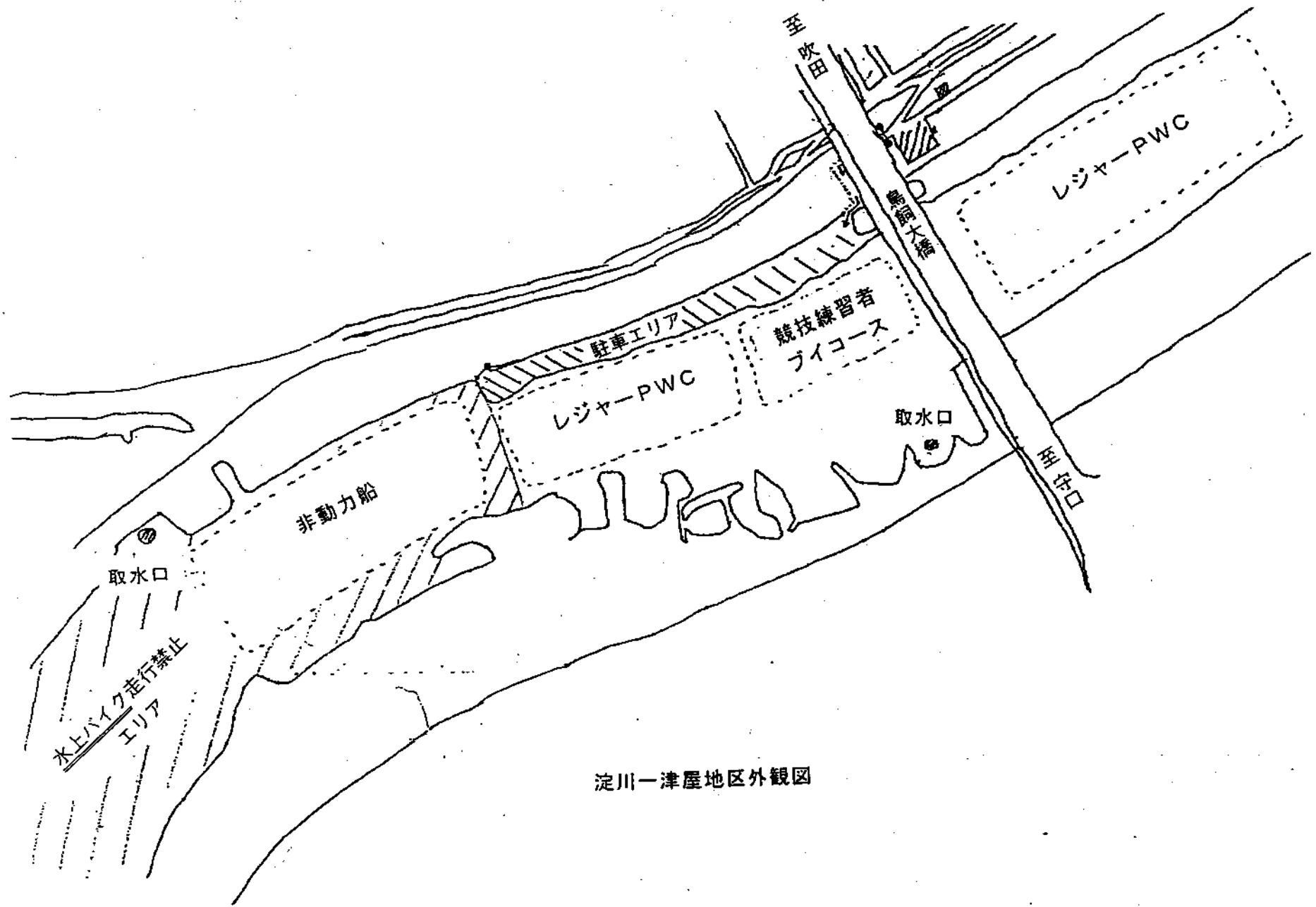
なお、8月8日の採水・分析データでVOCが検知されていないが、「ゆうきセンサー」では検知している。これは、分析が採水後10日程経過した時点で行われたことが何らかの影響を及ぼしたものと考えられる。

日付		8月1日	8月8日		8月15日
時刻		15時15分	15時00分	17時00分	15時00分
遊走台数(概略)		113	95	0	59
気象	天候	晴れ、夕立	晴れ	晴れ	雨
	気温(℃)	30.3	35.5	32.9	26.0
	水温(℃)	29.6	27.1	27.5	26.2
	波浪	凪	小波	小波	凪
VOC 分析値 (mg/l)	ベンゼン	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
	トルエン	0.011	< 0.001	< 0.001	< 0.001
	m, p-キシレン	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
	o-キシレン	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
	MTBE	0.004	0.002	0.002	< 0.001

(ハ) 昨年とのデータの比較

下図グラフに示すとおり、昨年同時期に比べ、VOC濃度が大幅に低減していることが確認された。





淀川一津屋地区外観図

石油メーカー各社におけるガソリン成分表（レギュラーガソリン）
 （MTBEはレギュラーガソリンには使用されていない。）

メーカー	(vol%)		ベンゼン		トルエン		o-キシレン		m,p-キシレン		合計 (参考)		ベンゼン規制改正後の 他成分の変化
	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	
	A社	1.7	1.7	7.0	7.0	2.0	2.0	5.0	5.0	16.0	16.0		
B社	0.6	0.6	8.0	8.0	2.0	2.0	5.0	5.0	15.6	15.6			
C社	2.1	0.5	9.2	8.5	2.1	1.1	4.3	2.8	18.0	13.0	トルエンが上昇		
D社	1.0	1.0	16.0	12.0	1.0	1.0	o-キシレンを含む		19.0	15.0			
E社	1.2	0.5	6.2	4.3	8.3	6.3	o-キシレンを含む		16.0	11.0			
E社	1.9	0.9	13.4	21.0	8.3	2.5	o-キシレンを含む		24.0	24.0			
F社*	5.0	5.0	10.0	10.0	7.9	7.1	o-キシレンを含む		23.0	22.0			
G社	F社製品を販売												
H社*	1.0	1.0	4.0	2.0	3.0	3.0	4.0	4.0	12.0	10.0			
I社*	H社及びI社製品をK社製品として販売												
J社	H社及びI社製品をK社製品として販売												
L社*	2.7	2.5	10.8	8.2	1.8	1.6	4.0	3.1	19.0	15.0			
M社	L社製品を販売												
N社	L社製品を販売												
O社	L社製品を西日本地区（東京以西）で販売												
P社*	3.4	3.8	9.4	8.9	2.4	1.7	5.9	4.8	21.0	19.0	トルエン,キシレンが上昇		
O社	P社製品を東日本地区で販売												
10社平均 (参考)	2.1	1.8	9.4	9.0	5.9	5.3			18	16			

注1) 各社とも他社との製品バーターを行っており、自社以外のガソリンを販売している実績がある。理由は、輸送コストの軽減であり、一地域内では同一製品が販売されているとのこと。

注2) o,m,p-キシレンの区別のないメーカーは[o-キシレン]項目にキシレン全体の値を表示。

注3) G社*、I社*、J社*、K社*、P社*は製造のみで販売はしていない

石油メーカー各社におけるガソリン成分表（ハイオクガソリン）

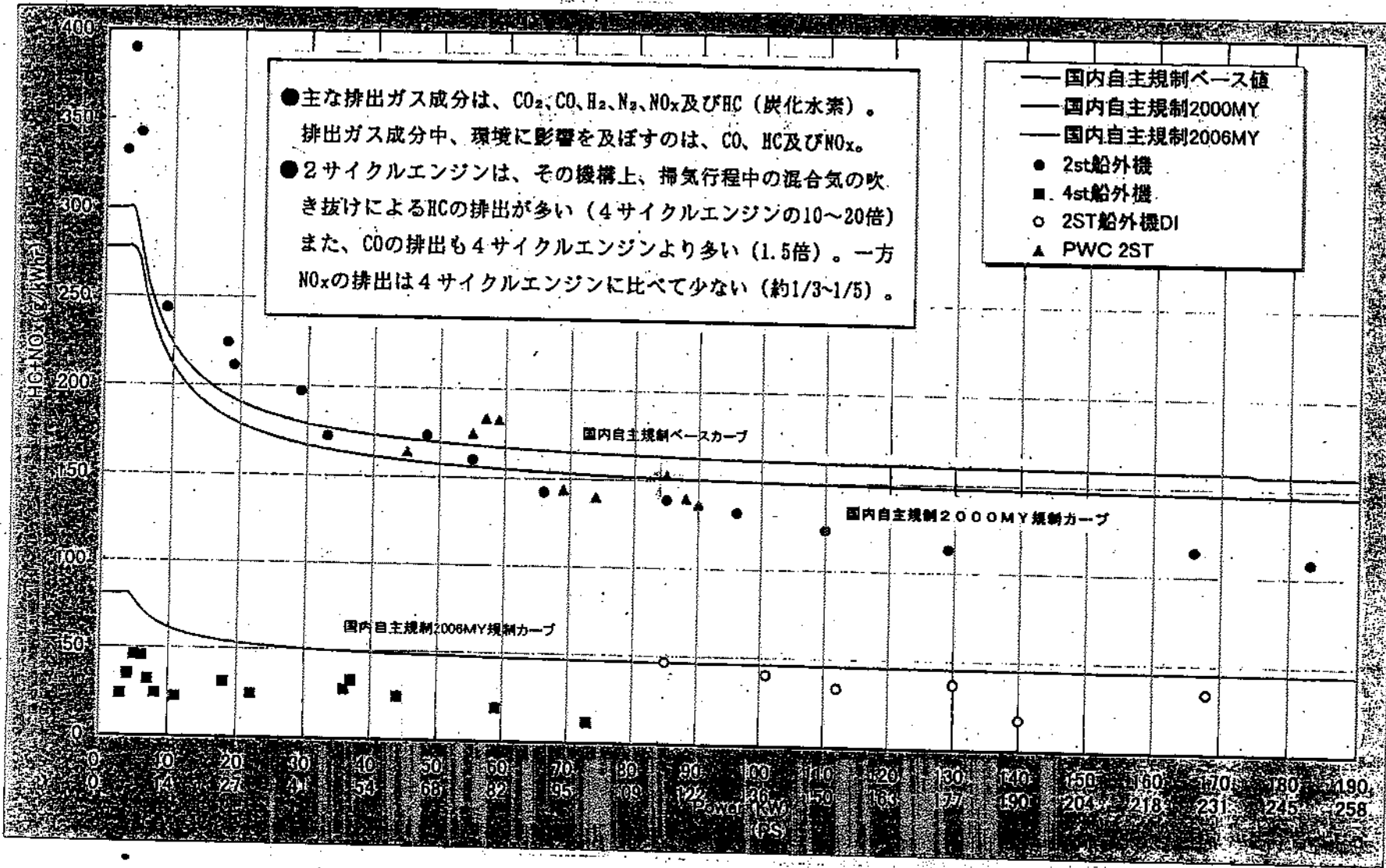
メーカー	(vol%)		ベンゼン		トルエン		o-キシレン		m,p-キシレン		MTBE		合計 (参考)		ベンゼン規制改正後の 他成分の変化
	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	
	A社	2.7	2.7	13.0	13.0	3.0	3.0	9.0	9.0	5.0	5.0	32.7	32.7	変化なし	
B社	0.3	0.3	15.0	15.0	2.0	2.0	6.0	6.0	5.0	5.0	28.3	28.3	変化なし		
C社	1.8	0.6	20.0	20.0	1.8	1.8	2.8	1.7	0	0	26.4	24.0	トルエンが上昇		
D社	1.0	1.0	31.0	33.0	1.0	1.0	o-キシに含む		0	0	33.0	35.0	変化なし		
E社	0.5	0.7	36.2	38.5	5.1	1.8	o-キシに含む		0	0	41.8	41.0	変化なし		
F社	1.3	1.4	17.3	21.7	8.4	2.9	o-キシに含む		0	0	27.0	26.0	変化なし		
G社*	5.0	5.0	22.0	24.0	8.8	8.3	o-キシに含む		7.0	7.0	36.0	37.8	変化なし		
G社製品を販売															
H社															変化なし
I社*	1.0	1.0	19.0	29.0	3.0	2.0	3.0	2.0	6.8	6.8	33.0	41.0			
J社*															
I社及びJ社製品をK社製品として販売															
K社															変化なし
L社*	0.4	0.4	14.9	12.4	3.0	3.3	6.2	6.7	0	0	25.0	23.0			
L社製品を販売															
M社															
L社製品を販売															
N社															
L社製品を西日本地区（東京以西）で販売															
O社															トルエン、キシレンが上昇
P社*	0.5	0.9	11.1	13.1	8.9	4.1	12.2	11.2	0	0	32.7	29.0			
P社製品を東日本地区で販売															
○社															
10社平均 (参考)	1.6	1.4	20	22	8.4	6.7					29	29			

注1) 各社とも他社との製品バーターを行っており、自社以外のガソリンを販売している実績がある。理由は、輸送コストの軽減であり、一地域内では同一製品が販売されているとのこと。

注2) o,m,p-キシレンの区別のないメーカーは[o-キシレン]項目にキシレン全体の値を表示。

注3) G社*、I社*、J社*、K社*、P社*は製造のみで販売はしていない

Emission data HC+Nox g/kw hr OUTBOARD & PWC



注) HC及びNOXの測定は、ISO6178-4 E4 (5モード)を採用する。各モードの重み付けは、スピード比率100%:0.06、同80%:0.14、同60%:0.15、同40%:0.25、アイドル:0.4。

実地計測地におけるアンケート調査結果

		二色の浜		琵琶湖		利根川		合計			
		5月23日		5月30,31日		6月6、7日					
		件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合		
ジェットの種類	立ち乗り	一人乗り	43	37%	24	41%	29	35%	96	37%	
		座り乗り	一人乗り	3	3%	2	3%	6	7%	11	4%
			二人乗り	64	55%	26	44%	38	45%	128	49%
			三人乗り	7	6%	7	12%	10	12%	24	9%
			その他	0	0%	0	0%	1	1%	1	0%
	メーカー	ヤマハ	44	38%	22	37%	46	55%	112	43%	
		カワサキ	53	45%	25	42%	19	23%	97	37%	
		シードゥー	17	15%	11	19%	15	18%	43	17%	
		その他	3	3%	1	2%	4	5%	8	3%	
	改造の実態	改造の有無	有	25	21%	26	44%	29	35%	80	31%
無			92	79%	33	56%	55	65%	180	69%	
改造箇所		エンジン	6	20%	16	57%	12	23%	34	31%	
		マフラー	14	47%	4	14%	16	30%	34	31%	
		キャブレタ	8	27%	4	14%	13	25%	25	23%	
		船体部	2	7%	4	14%	12	23%	18	16%	
		その他	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	
燃料の利用実態	種類	ハイオク	50	43%	35	59%	27	32%	112	43%	
		レギュラー	67	57%	24	41%	57	68%	148	57%	
		レース用	0	0%	0	0%	1	1%	1	0%	
	ハイオク使用の理由	改造の為	6	12%	12	32%	14	47%	32	27%	
		馬力アップ	6	12%	3	8%	5	17%	14	12%	
		車に使用	2	4%	1	3%	0	0%	3	3%	
		エンジンに良	24	48%	13	35%	9	30%	46	39%	
		その他	12	24%	8	22%	2	7%	22	19%	
		1日の使用量	10ℓ以下	1	1%	0	0%	1	1%	2	1%
	10～20	39	33%	10	17%	15	18%	64	25%		
	20～30	26	22%	10	17%	27	32%	63	24%		
	30～40	19	16%	18	31%	18	21%	55	21%		
	40～50	24	21%	12	20%	11	13%	47	18%		
50ℓ以上	8	7%	9	15%	12	14%	29	11%			
オイル利用実態	メーカー	カワサキ	19	16%	2	3%			21	12%	
		ヤマハ	19	16%	9	15%			28	16%	
		カストロール	35	30%	4	7%			39	22%	
		その他	35	30%	42	71%			77	44%	
		分からない	9	8%	2	3%			11	6%	
	添加剤	有	6	5%	3	5%			9	5%	
		無	111	95%	56	95%			167	95%	
現地利用回数	5回未満	28	24%	2	3%	6	7%	36	14%		
	5～10回	25	21%	12	20%	8	10%	45	17%		
	10～20	27	23%	14	24%	19	23%	60	23%		
	20～30	17	15%	17	29%	22	26%	56	22%		
	30～40	10	9%	5	8%	9	11%	24	9%		
	40回以上	10	9%	9	15%	8	10%	27	10%		
居住地	県内	112	96%	26	44%	27	32%	165	63%		
	県外	5	4%	33	56%	57	68%	95	37%		
	合計	117	100%	59	100%	84	100%	260	100%		

ページ・トラップ-GC/MS法

・検量線

各物質の検量線データ			
NO	Compound Name	Quantity ($\mu\text{g/l}$)	Area Ratio
1	Benzen	1.0	0.0155
		2.5	0.1116
		5.0	0.2572
		10.0	0.5298
		25.0	1.1833
2	Toluene	1.0	0.0259
		2.5	0.2189
		5.0	0.4350
		10.0	0.9625
		25.0	1.7972
3	m, p-Xylene	1.0	0.1092
		2.5	1.0217
		5.0	1.9337
		10.0	2.8932
		25.0	4.6146
4	O-Xylene	1.0	0.05
		2.5	0.379
		5.0	0.8005
		7.5	1.6652
		10.0	2.3252
5	MTBE	1.0	0.0188
		5.0	0.0638
		10.0	0.1348
		25.0	0.3705
		50.0	0.9021

装置構成

ページ・トラップ : TekmarLSC2000

ガスクロ : HP5890seriesII

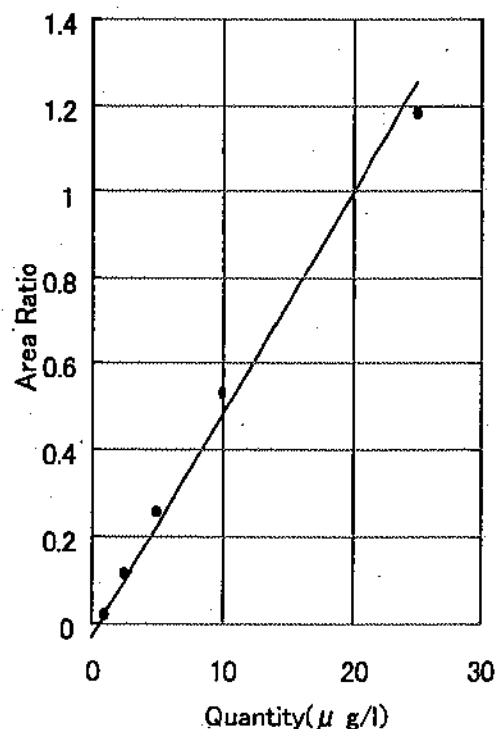
カラム : GLSciences AQUATEIC

質量分析計 : JEOL Automass

内部標準法

フルオロベンゼンを内部標準とし、被検成分とのピーク面積比で定量化

Benzen 検量線



・下限値

出典 : 環境庁水質保全局水質規制課監修

新しい水質環境基準とその分析法

(森田昌敏、石黒智彦 編集)

270頁にページ・トラップ-GC/MS法の定量下限に関する記述がある。

定量下限値は、基準値、指針値の10分の1とする。

ただし、全項目とも0.0001mg/lまで測定可能である。

とある。

よって、今回検量線では1 $\mu\text{g/l}$ (0.001mg/l) を低濃度校正ポイントとしたので、定量下限は1 $\mu\text{g/l}$ (0.001mg/l) となる。

分析機器詳細

分析工程	仕様	装置名等詳細
キャリアガス	He(純度99.9999%以上)	
前処理(濃縮)		Tekmar LSC2000
分離	ガスクロマトグラフ	HP 5890series II
		GLSciences AQUATEIC ID 0.25mm×60M d f =1.0 μ m
	昇温	初期温度: 40°C (3min) 昇温速度: 8°C/min 最終保持温度: 200°C (3min)
検出	4	JEOL Automass
定量	内部標準法	内部標準: フルオロベンゼン
	定量下限	各成分0.001mg/l
	ターゲットマススペクトル	ベンゼン: 78m/z トルエン: 91 m,p-キシレン: 91 o-キシレン: 91 MTBE: 73

二色の浜調査結果

マリンエンジン排出物の水質への影響調査

調査場所：二色の浜

調査日：1999年5月23日

		朝(遊走前)		昼(遊走時)			夕(遊走終了後)										
		遊走水域	岸	遊走水域		岸	遊走水域		岸								
		水面	水面	水面	水中	水面	水面	水中	水面								
ボトルNO.		T1, T2		T3, T4		T7, T8		T5, T6		T9, T10		T13, T14		T11, T12		T15, T16	
時刻		8時15分		8時25分		14時		14時		14時10分		17時		17時		17時	
状況	岸からの距離 (m)	37				120		120									
	遊走台数(概略)	0		0		15		15		15		1~2		1~2		1~2	
気象	天候	晴れ		晴れ		曇り		曇り		曇り		曇り		曇り		曇り	
	気温(°C)	27.9		27.9		30.3		30.3		29.1		21.2		21.2		21.2	
	水温(°C)	19		19		19		19		19		19		19		19	
	気圧(mmHg)					760.5		760.5		760.5		760.2		760.2		760.2	
	風速(m/s)	0.7~3.0		0.7~3.0		0.5~1.0		0.5~1.0		0.5~1.0		3.9~5.4		3.9~5.4		3.9~5.4	
	風向	沖→岸		沖→岸		沖→岸		沖→岸		沖→岸		沖→岸		沖→岸		沖→岸	
	波浪	なぎ		なぎ		なぎ		なぎ		なぎ		さざ波		さざ波		さざ波	
VOC 分析値	ベンゼン (mg/l)	0.001		0.001		0.008		0.007		0.018		0.010		0.010		0.016	
	トルエン (mg/l)	0.001		0.002		0.053		0.050		0.159		0.053		0.062		0.127	
	m, P-キシレン(mg/l)	< 0.001		< 0.001		0.007		0.006		0.013		0.010		0.007		0.011	
	o-キシレン (mg/l)	0.001		0.001		0.005		0.004		0.017		0.007		0.007		0.015	
	キシレン (mg/l)	0.001		0.001		0.012		0.010		0.030		0.017		0.014		0.026	
	MTBE (mg/l)	< 0.001		< 0.001		0.004		0.002		0.014		0.004		0.005		0.007	
VOC 基準値 比率	ベンゼン基準値 0.01mg/l	0.100		0.100		0.800		0.700		1.800		1.000		1.000		1.600	
	トルエン基準値 0.6mg/l	0.002		0.003		0.088		0.083		0.265		0.088		0.103		0.212	
	キシレン基準値 0.4mg/l	0.003		0.003		0.030		0.025		0.075		0.043		0.035		0.065	

調査場所：琵琶湖 出在家浜
 調査日：1999年5月30日(日)、31日(月)

	朝(遊走前)		昼(遊走時)					夕(遊走終了後)			翌朝		翌日夕方		
	新海浜		出在家浜		出在家浜			出在家浜			出在家浜		出在家浜		
	遊走水域	岸	遊走水域	遊走水域	沖合い	沖合い	岸	遊走水域	沖合い	岸	遊走水域	岸	遊走水域	岸	
	水面	水面	①	①	③	④	②	①	③	②	①	②	①	②	
ボトルNO.	T21,T22	T19,T20	T23,24	T17,T18	T25,T26	NO.無し	T29,T30	T27,T28	T31,T32	T33,T34	T37,T38	T35,T36	T41,T42	T39,T40	
日付	5月30日	5月30日	5月30日	5月30日	5月30日	5月30日	5月30日	5月30日	5月30日	5月30日	5月31日	5月31日	5月31日	5月31日	
時刻	8時14分	8時	8時23分	13時35分	13時35分	13時55分	13時50分	16時45分	16時45分	16時45分	9時	9時	17時	17時	
状況	岸からの距離(m)	0			400	1200	0		400	0		0		0	
	遊走中心からの距離(m)	0	50	0	0	400	1100	100	0	400	100	0	100	0	
	遊走台数(概略)	0	0	4	25	25	25	25	11	11	11	0	0	0	
気象	天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ			晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ			
	気温(℃)	22.6	16.2	18	29		27	27.5	27.5	27.5	19.4				
	水温(℃)	17	18	17	19		19		20	20	20	19			
	気圧(mmHg)		756	756	756				754	754	754	757			
	風速(m/s)	0.4	1.2	1.5	0.8~1.1			0.8~1.1	4~5.5	4~5.5	4~5.5	1.4~1.8			
	風向		沖→岸		陸に向け				沖→岸	沖→岸	沖→岸	沖→岸			
	波浪	べたなぎ	べたなぎ	0	なぎ			なぎ	0.4~0.5m	0.4~0.5m	0.4~0.5m	なぎ			
VOC 分析値	ベンゼン (mg/l)	<0.001	0.001	0.001	0.007	0.009	<0.001	0.013	0.013	0.018	0.012	0.004	0.003	<0.001	<0.001
	トルエン (mg/l)	<0.001	0.001	0.003	0.044	0.056	<0.001	0.102	0.128	0.153	0.102	0.017	0.015	0.001	0.001
	m, P-キシレン (mg/l)	<0.001	<0.001	<0.001	0.011	0.012	<0.001	0.015	0.024	0.019	0.016	0.003	0.002	<0.001	<0.001
	o-キシレン (mg/l)	<0.001	0.001	<0.001	0.007	0.008	<0.001	0.018	0.033	0.034	0.030	0.003	0.003	0.001	0.001
	キシレン (mg/l)	<0.001	0.001	<0.001	0.018	0.020	<0.001	0.033	0.057	0.053	0.046	0.006	0.005	0.001	0.001
	MTBE (mg/l)	<0.001	<0.001	<0.001	0.016	0.008	<0.001	0.026	0.029	0.043	0.032	0.007	0.007	<0.001	<0.001

利根川大堰計測データ

調査日：平成11年6月6日、7日

	時刻	朝		昼(走行時)								翌朝		翌日夕方	
		遊走水域	遊走水域	遊走水域	下流②			下流③			取水口付近	遊走水域	下流③	遊走水域	下流③
		中央	中央	中央	中央	右岸	左岸	中央	右岸	左岸	右岸	中央	中央	中央	中央
		①	①	(参考)	②	②'	②''	③	③'	③''	④	①	③	①	③
水面		水面	水面	水面	水面	水面	水面	水面	水面	水面	水面	水面	水面	水面	
状況	①からの距離(m)	-	-	200	400	400	400	1000	1000	1000	1700	-	1000	-	1000
	遊走台数(概略)	2~3	15	15	15	15	15	15	15	15	15	0	0	0	0
	河川流水(m/s)	0.19	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.205	0.205	-	-
気象	天候	晴れ	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り
	気温(℃)	21.4	31.4	31.4	31.4	31.4	31.4	31.4	31.4	31.4	31.4	-	-	-	-
	水温(℃)	18	20	20	20	20	20	20	20	20	20	19	19	19	19
	気圧(mmHg)	740	757	757	757	757	757	757	757	757	757	-	-	-	-
	風速(m/s)	0.9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	0	0
	風向	120南東	南(左→右岸)	南(左→右岸)	南(左→右岸)	南(左→右岸)	南(左→右岸)	南(左→右岸)	南(左→右岸)	南(左→右岸)	南(左→右岸)	南	南	-	-
	波浪	べたなぎ	さざなみ	さざなみ	さざなみ	さざなみ	さざなみ	さざなみ	さざなみ	さざなみ	さざなみ	-	-	-	-
VOC分析値	ベンゼン(mg/l)	<0.001	0.005	0.006	0.008	<0.001	<0.001	0.004	<0.001	<0.001	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	トルエン(mg/l)	<0.001	0.017	0.011	0.025	<0.001	<0.001	0.008	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	m,p-キシレン(mg/l)	<0.001	0.007	0.005	0.009	0.001	<0.001	0.004	0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	o-キシレン(mg/l)	<0.001	0.005	0.004	0.009	0.001	<0.001	0.004	0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	キシレン(m,p,o)(mg/l)	<0.001	0.012	0.009	0.018	0.002	<0.001	0.008	0.002	<0.001	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	MTBE(mg/l)	<0.001	0.006	0.006	0.021	<0.001	0.002	0.004	<0.001	0.004	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
VOC基準値	ベンゼン(基準値 0.01mg/l)	-	0.500	0.600	0.800	-	-	0.400	-	-	0.200	-	-	-	-
	トルエン(基準値 0.6mg/l)	-	0.028	0.018	0.042	-	-	0.013	-	-	-	-	-	-	-
比率	キシレン(基準値 0.4mg/l)	-	0.030	0.023	0.045	0.005	-	0.020	0.005	-	0.005	-	-	-	-