
医学研究実習レポート

ハワイ・ワイキキビーチの水質汚染に関する分析

大橋 恵美・初谷 周子・石黒 宏美・上原 沙織

新潟大学医学部医学科4年

寺尾 通徳

新潟大学医学部保健学科

尾山 真理・土屋 康雄・中村 和利

新潟大学大学院医歯学総合研究科

地域予防医学講座 社会・環境医学分野

Studies on Seawater Pollution at Waikiki Beach in Hawaii, U. S. A.

Emi OHASHI, Shuko HATSUGAI, Hiromi ISHIGURO and Saori UEHARA

Niigata University School of Medicine, Fourth - Year Students

Michinori TERAO

Niigata University, Faculty of Medicine, School of Health Sciences

Mari OYAMA, Yasuo TSUCHIYA and Kazutoshi NAKAMURA

Division of Social and Environmental Medicine,

Department of Community Preventive Medicine,

Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

要 旨

ハワイでの医学研究実習の機会を利用して、ワイキキビーチの水質調査を行い、日本における判定基準による水質評価を行った。

2008年10月22日、現地時間7:00, 17:00に、ワイキキビーチ周辺の海水を採水し、大腸菌

Reprint requests to: Yasuo TSUCHIYA
Division of Social and Environmental Medicine
Department of Community Preventive Medicine
Niigata University Graduate School of Medical
and Dental Sciences
1 - 757 Asahimachi - dori Chuo - ku,
Niigata 951 - 8510 Japan

刷刷請求先：〒951-8510 新潟市中央区旭町通1-757
新潟大学大学院医歯学総合研究科地域予防医学講座
社会・環境医学分野 土屋康雄

数、油膜の有無、化学的酸素要求量 (COD)、透明度を測定した。大腸菌数は 7:00 では 1 MPN/100ml 以下の検出限界以下、17:00 では、平均約 31 MPN/100ml の菌が認められた。油膜は 7:00、17:00 共に認められず、COD は 7:00、17:00 共に 0-1mg/L を示した。透明度は 7:00、17:00 共に 1 m 以上であった。以上の結果より、日本の環境省が定めた判定基準においてワイキキビーチの水質は 7:00 では水質 AA、17:00 では水質 A といずれも「適」と判断した。

日本では水質汚染の指標として糞便性大腸菌が用いられているが、近年、糞便性大腸菌の問題点が指摘されており、腸球菌の有用性が報告されていることや、本研究では 7:00、17:00 時点のみの測定となったことから、今後は更に詳細な汚染状況の把握のために、細菌数の経時的変化とアメリカの基準である腸球菌を用いた調査結果を確認する必要があると考えられる。

キーワード：水質評価、細菌汚染、COD

はじめに

海水の汚染は、海水浴客などのヒトの健康に直接影響を及ぼすとともに水産業や海洋レジャー産業に直接的、間接的に影響を及ぼすといわれている。特にアメリカ人は、人口の約 1/4 が毎年水浴のために、ビーチ、川、あるいは湖に出かけているといわれていることから¹⁾、水の汚染は経済学的に大きな意味をもっている。

ハワイ諸島は常夏の島といわれており、なかでもオアフ島の三大ビーチといわれているワイキキ、ハヌマ湾、アラモアナには、年間それぞれ約 770 万人、190 万人、150 万人の観光客が訪れ、レジャーを楽しんでいる²⁾。しかし、2000 年には、ハワイ州全体で 61 のビーチが閉鎖されるなど、海水汚染の存在が明らかとなっている³⁾。また、2006 年には、2 月中旬から 3 月末までの 45 日間の大雨と汚水流入による微生物汚染のためワイキキビーチが閉鎖された⁴⁾。

ハワイでは、海水の水質汚染指標に腸球菌数を用いている。我が国では、環境省が定める水浴場水質判定基準により、糞便性大腸菌群数、油膜の有無、COD、透明度の 4 項目で判定を行っている⁵⁾。このため、ハワイでは、日本で定めた項目についての調査報告例は認められていない。

今回、ハワイでの医学研究実習の機会を利用して、ワイキキビーチの水質調査を行い、日本における判定基準による水質評価を行った。

方 法

2008 年 10 月 22 日、ハワイ州オアフ島のワイキキビーチで、朝 (7:00)、夕 (17:00) に水深約 1m の地点での表層海水約 100ml を滅菌ビンに採取し、これを検体とした。採水地点を図 1 に示した。

表 1 に、環境省による水浴場水質判定基準を示した。ハワイでは海水の細菌汚染の指標として腸球菌数を用いているが、日本の環境省の基準では糞便性大腸菌群数を用いている。大腸菌数を市販の酵素基質培地、コリラート/18 (アイデックスラボラトリー、東京) を用いて二重測定した。すなわち、検水 10ml に滅菌精製水 90ml を加えて調整したサンプルにコリラート試薬を加え混和後、QT トレイに封入、36℃で 18 時間培養後、判定を行った。判定方法は、トレイに波長 365nm の紫外線を照射し、蛍光を呈するセルを大腸菌陽性として、10 ml の最確数 (MPN 値; most probable number) に換算した。更に、得られた結果を 10 倍して大腸菌数 (MPN 値/100ml) を求めた。

なお、環境省における判定基準は自然由来の大腸菌を区別するために、糞便由来である糞便性大腸菌を評価指標として用いているが、今回の実験では大腸菌を測定したために、大腸菌数を糞便性大腸菌とみなして判定した。

化学的汚染の指標には、油膜の有無、化学的酸素要求量 (COD)、透明度を用いている。油膜の有無は、採水時に海面の油膜の有無を目視で確認

した。CODは、パックテストCOD（共立理化学研究所、東京）を用いて測定を行った。CODキットに検水を吸い込み、色の変化を確認し、COD値を求めた。

透明度は、採水地点で身体のだこの部分まで見ることができるかを確認して測定した。大腿部周辺まで確認できたら透明度約0.5m、足の甲が確認できる場合を1mとした。

得られた値を、表1の基準に従って判定した。

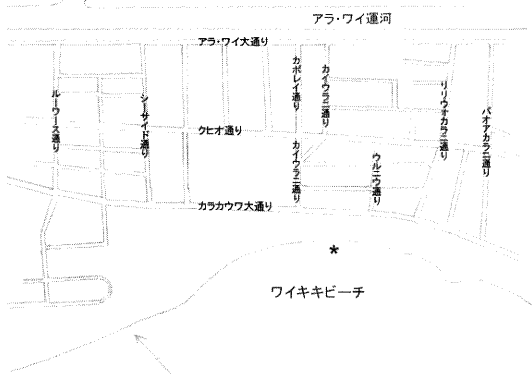


図1 採水地点
* 採水地点

結 果

調査開始時の7:00における気温は27.6℃、水温27.1℃はであった。一方、17:00では気温・水温ともに28.3℃であった。

表2にワイキキビーチの水質調査結果と判定結果を示す。

大腸菌数は7:00ではいずれの検体からも検出されなかったことから、1MPN/100ml以下の検出限界以下と判断した。一方、17:00では、20MPN/100mlと41MPN/100mlであったことから平均31MPN/100mlの菌が認められた。

油膜は7:00、17:00ともに認められず、CODは7:00、17:00ともに0-1mg/lを示した。

透明度は7:00、17:00ともに足の甲が確認できたことから、1m以上の透明度であった。

以上の結果をもとに、7:00では水質AA、17:00では水質Aと判定した。

考 察

ワイキキビーチの水質調査を大腸菌数、油膜の有無、COD、透明度を指標として行い、環境省が定めた判定基準に基づいて水質評価を行った結果、7:00では水質AA、17:00では水質Aとなり、いずれも海水浴場として「適」であった。

大腸菌数は7:00では検出限界以下であったが、17:00で平均31MPN/100mlと菌が検出された。

表1 環境省による水浴場水質判定基準

	適		可		不適
	水質 AA	水質 A	水質 B	水質 C	
糞便性大腸菌群数	不検出	100/100 ml 以下	400/100 ml 以下	1,000/100 ml 以下	1,000/100 ml 以上
油膜の有無	認められない	認められない	常時認められない	常時認められない	常時認められる
COD	2 mg/l 以下	2 mg/l 以下	5 mg/l 以下	8 mg/l 以下	8 mg/l 以上
透明度	1m 以上	1m 以上	0.5-1m 未満	0.5-1m 未満	0.5m 未満

COD: 化学的酸素要求量。

表2 ワイキキビーチの水質調査結果、および判定

	測定時間	
	7 00	17 00
大腸菌数	1 MPN/100 ml 以下	31 MPN/100 ml
油膜の有無	認められない	認められない
COD	0-1 mg/l	0-1 mg/l
透明度	1 m 以上	1 m 以上
判定	水質 AA	水質 A

MPN 最確数 (most probable number)、2 検体の平均値を表示

この上昇は、7:00 では海水浴客があまりみられなかったが、17:00 では海水浴を楽しんでいる人があふれていたため、海水浴客由来によるものと考えられた。

海中の細菌汚染の指標として日本では大腸菌数を用いているが、米国環境保護局 (EPA) の基準では、1 検体でも腸球菌が 104 CFU/100ml あるいは大腸菌が 235 CFU/100ml を超えた場合には、その海水は安全でないと判断すると定められている⁶⁾。

我々が検査を行った 2008 年 10 月 22 日において、ハワイ州の Clean Water Branch (CWB) が 6:30 から 9:20 の間ハワイ州によりオアフ島のいくつかのビーチで水質調査が行われていた。その結果がインターネット上で公表されている。結果はいずれのビーチでも腸球菌数は 2.3 - 10 MPN/100ml の間にあった⁷⁾。また、先行研究においては、大腸菌数と大腸菌フェージとの相関は低いと言われているものの、ハワイで大腸菌フェージは検出されていない⁸⁾。従って、我々が行った 7:00 の大腸菌数、1 MPN/100ml 以下はこの 2 つの調査結果とほぼ近似していた。

現在、日本では水質汚染の指標として糞便性大腸菌が用いられているが、近年、水質汚染の指標としての糞便性大腸菌の問題点⁹⁾が指摘されており、腸球菌の有用性が報告されている¹⁰⁾。その

理由としては、腸球菌の人糞便中の存在量の多さ、水中での生存性の高さ¹¹⁾、河川水からの検出率の高さ、検出操作の簡便性・経済性があげられている¹²⁾。今後、我が国においても腸球菌を指標とした判定が必要になるかもしれない。

COD の値は、試料水中の非酸化性物質量を一定の条件下で酸化剤により酸化し、その際使用した酸化剤の量から酸化に必要な酸素量を求めて換算したものである。被酸化物質には、各種の有機物、亜硝酸塩や硫化物などの無機物があるが、おもな被酸化物は有機物である。そのため、COD が高いほど有機物量が多いといえ、汚濁の程度が大きいことになる。本調査により、COD の値が小さかったことからワイキキビーチにおける有機物量は少ないと考えられた。

また、透明度の低下は、水中の植物性プランクトンの異常増加によるものが知られている。植物性プランクトンは窒素、リンを栄養源として増殖している。このため窒素、リンを大量に含む下水処理場などの排水が流れこんでいると植物プランクトンが大発生して透明度の低下が生じる。プランクトンは懸濁態有機物として、COD 濃度の上昇との関係が報告されている¹³⁾。今回の結果では、COD 値は低く、透明度も高い値を示していたことから、排水からの窒素、リンなどによる化学物質による汚染の程度は低いと考えられた。

油膜は測定した時点では常時認められなかった。ハワイでは観光が盛んな産業となっているため、化学工場などは少なく、工場の排水による化学物質による汚染が少なかったと考えることができる。

本研究では、環境省が定めた水質判定基準をもとにワイキキビーチの水質を判定した結果、いずれの項目においても「適」に適合した結果であった。本研究では大腸菌を調査対象として、7:00、17:00 時点のみ細菌汚染検査を行ったが、今後は更に詳細な汚染状況の把握のために、細菌数の経時変化とアメリカの基準である腸球菌を用いた調査結果をもとに評価する必要があると考えられる。

謝 辞

稿を終えるにあたりご指導ご校閲を賜りました新潟大学大学院医歯学総合研究科地域予防医学講座社会・環境医学分野、山本正治教授に深謝いたします。

参 考 文 献

- 1) U. S. EPA. Liquid Assets: A summertime perspective on the importance of clean water to the nation's economy, 1996 (EPA 800 - R - 96 - 002).
- 2) Hawaii Tourism Authority (<http://www.hawaii.gov/tourism/rc.html>).
- 3) Dorfman M and Chasis S: Testing the Waters - 1999: A Guide to Water Quality at Vacation Beaches, 1999, New York: Natural Resources Defense Council, 1999.
- 4) Department of Health, Hawaii State Government: News Release, for immediate release 06 - 39: (May 26, 2006) and (06 - 25: April 5, 2006).
- 5) 環境省：生活環境の保全に関する環境基準 (<http://www.env.go.jp/kijun/wt2-2.html>).
- 6) U. S. EPA. ambient water quality criteria for Bacteria - 1986. 440/5 - 84 - 002. Washington, DC.
- 7) Water Quality Data - Enterococcus. (<http://emd.web.doh.hawaii.gov/CleanWaterBranch/WaterQualityData/default.aspx>)
- 8) John H, Rose JB, Jiang SC, London P, Xhou X and Kellogg C: Coliphage and indigenous phage in Mamala bay, Oahu, Hawaii. Appl Environ Microbiol Jan 133 - 138, 1997.
- 9) Jiang S, Noble R and Chui WP: Human adenoviruses and coliphages in urban runoff - impacted coastal waters of Southern California. Appl Environ Microbiol 67: 179 - 184, 2001.
- 10) 国府島泉, 金谷誠久, 口分田晃, 野田泰子, 福原明宏, 森 徳子, 金政泰弘: 腸球菌および糞便性の水質汚染指標性に関する検討, 岡山医学界雑誌 96: 377 - 384, 1984.
- 11) 国府島泉: 水質汚染指標としての大腸菌および腸球菌の低濃度栄養物存在下における増殖性, 日本公衛誌 5: 278 - 282, 2002.
- 12) 石井茂, 水野大二, 山中正一, 林 万喜, 神林則子, 小塚芳道, 畝本 力, 林 誠: 海水浴場の大腸菌群細菌汚染について, 衛生化学 17: 333 - 336, 1971.
- 13) 荒川浩亮, 末吉恵子, 實成隆志, 清原拓二, 寶来俊一, 宮田義彦: 鹿児島湾の水質変動に関する調査研究 (第 I 報). 鹿児島県環境保健センター所報, 7: 49 - 56, 2006.

(平成20年12月2日受付)