



Title	クウェート油田火災による大気汚染をかえりみて
Author(s)	大喜多, 敏一
Description	第2回衛生工学シンポジウム (平成6年11月10日 (木) -11日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 特別報告
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 2, 347-350
Issue Date	1994-11-01
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/7641">https://hdl.handle.net/2115/7641</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	2-SR1_p347-350.pdf



## 特別報告

# クウェート油田火災による大気汚染をかえりみて

大喜多敏一 (桜美林大学国際学部)

### 1. 序言

イラクがクウェートに侵攻して始まった湾岸戦争は比較的短期間に終了したが、イラク軍が撤退時に油田に放火した結果、大規模な油田火災が1991年2月下旬より始まった。初期には600カ所以上の油井が燃えており、一日に500万バレル以上の原油と7000万 $m^3$ 以上のガスが燃えたといわれる。油田と燃焼油井を図1に示した。

湾岸戦争と我が国との関連につき色々議論されたが、環境面でも考える可き問題を多く含んでいる。特に我が国が軍事面でなく、環境面で貢献しようと言っている手前、この問題を避けて通ることはできない。この点についても議論の機会を持ちたい。

### 2. 日本政府の調査団による大気汚染調査

戦後我が国からもいくつかのNGOの調査グループがクウェート入りをしたが、日本政府の調査団の目的は、油田火災による大気汚染によりクウェートの人々が健康障害を受ける恐れがあるので、それに対する援助のためのアセスメントをすることであった。団長は吉田克己三重大学名誉教授で、外務省、環境庁、JICAの人々、それに大気汚染測定係の我々2人の計6人であった。調査団は4月28日にクウェート入りし、図2に示した地点で各種の測定を行なった。もっとも色々な事情のため、軽量の測定器しか携帯できなかった。主な測定物質とその測定器は以下のものである。

$SO_2$  : 2段濾紙サンプラー、 $PbO_2$  法

$NO_x$  : 拡散型サンプラー

$NO_2$  : フィルターバッジ

CO : 検知管

粒子状物質とその成分 : 2段濾紙サンプラー、パーソナルエアロゾルサンプラー

PAH : パーソナルPAHサンプラー

測定結果は次の通りである。CO濃度は我が国の環境基準をかなり下回った。 $NO_x$ 、 $NO_2$ 濃度も低く、燃焼油田の近傍よりも自動車道路の近傍の方が高かった。 $SO_2$ 濃度が予想以上に低かったが、米国の調査でも原油中のS分中1/5だけが $SO_2$ に変換されている。これについて著者らは次のように解釈した。原油中のSの約80%は重油中に含まれているが、重油は野外では燃焼されず、現地で『Oil Rain』となって降ってくる。したがってSの大半は大気中に放出されず、砂漠上に落下する。

他方浮遊粒子状物質とその中の黒色炭素の濃度はかなり高かった。粒子状物質中には砂漠からの土壌塵も含まれているが、全炭素及び黒色炭素濃度は各々最高536及び445 $\mu g/m^3$ と非常に高い。また $Cl^-$ 及び $SO_4^{2-}$ の最高濃度は各々60、58 $\mu g/m^3$ であった。BaPの最高濃度は25.5 $ng/m^3$ で、東京での最高濃度の2倍弱であった。

5月1-2日には全粒子状物質及びその成分の濃度、 $SO_2$ 濃度は他の日よりもかなり高か

った。この高濃度と『dark day』（昼間でも夜間の如くなる）の現象とが一致した。これはこの期間風速が弱くなっていることから、気流の収束域が生成されたものと思われるいずれにしても高い浮遊粒子状物質濃度が継続されれば、呼吸器疾患が多発したと思われるが、現場の技術者の努力により、予想より早く消火したのは幸いだった。

### 3. 油性火災の大気への影響

『クウェートの油井火災の大気への影響とその対応を評価する第2回WMO専門家会議』が1992年5月25～29日にジュネーブで開催され、我が国からは国立公衆衛生院の溝口部長と著者が出席した。この会議は油井火災に対する今迄の各国の調査結果を総合するものとなった。会議の出席者の約半数は米国の研究者で、次いでサウジアラビア、クウェート、イラン、バーレンの湾岸諸国及びオランダ、ドイツ、フランスなどの欧州諸国、インド、パキスタンの油井火災の影響が及んだと思われる国々の研究者が参加した。しかし本会議の圧巻はHobbsとRadkeの発表した米国の航空機調査の結果であった。

#### (1) 航空機観測

航空機による油火災煙の観測データの内圧倒的に多くのものは米国によるもので、英国、ドイツでもそれぞれ航空機観測がなされた。観測によれば煙は約6 kmの高度以上に上昇することなく、主として北西の風に乗れ、ペルシャ湾南岸上空を流れた。煙底高度は0.5～2 kmで、著者も確認したように煙底は平らである。

煙には黒煙と白煙及びそれらが混合した合成煙がある。当初著者は白煙は水蒸気によるものかと思ったが、そうではなく、白煙をもたらす成分の80%は油井から噴出する塩水に含まれるNaClを中心とする塩分であった。合成煙の成分は、塩分30%、煤15～20%、有機物30%、 $SO_4^{2-}$  8%であった。また煙粒子中には直径0.1～0.3  $\mu m$ をピークとするサブミクロン粒子が多かった。火災域より100 km離れた地点における煙の光学的厚さは2～3を示し、その場合煙の最厚部分で日射の透過率は約10%、吸収率は75～80%となる

ガス状物質の濃度の一例として、5月30日のクウェート市の下流80 kmの煙中のCO、 $SO_2$ 、 $NO_x$ の平均濃度は各々127、106、9.1 ppbvであり、 $O_3$ 平均生成速度は1.8 ppbv/hrであった。非メタン炭化水素の濃度は55～827 ppbvであった

調査期間中の $CO_2$ 、CO、 $SO_2$ 、煤、全粒子の全発生量(トン/日)は各々 $1.8 \times 10^6$ 、 $1.0 \times 10^4$ 、 $2.0 \times 10^4$ 、 $0.34 \times 10^4$ 、 $1.2 \times 10^4$ と推定されている。その結果観測時の油の燃焼速度は1日当たり $(4.6 + 1.2) \times 10^6$  バレルと推定された。

#### (2) 煙の人体への影響についての総合的判断

煙中では粒子状物質のピーク濃度は米国労働衛生研究所(OSHA)で定めた作業場での8時間最高基準濃度を超えるが、 $O_3$ 、 $NO_2$ 、COのピーク濃度はOSHA基準を超えない。 $SO_2$ 濃度は時々基準を超える。但し煙は地表より離れているので、以上の条件は地表では起こらない。

クウェートから1000 km以上の下流の煙内では $O_3$ 濃度は米国大気環境基準120 ppbvを超えるが、地域的な高濃度オキシダントが生ずる模様はなく、まして広域の地上の人々に影響を与えることはないだろう。

WHOのDr. Mageよりロンドン事件との比較に基づき、今回の油火災の特徴として、粒子状物質の濃度が高かったが、 $SO_2$ 濃度が低かったので、今回の大気汚染による死亡率は零に近いとの推定が述べられた。また航空機、地上観測データのいずれも $H_2S$ 濃度は非常に低いことを示した。

煙及び大気環境中に含まれる多環芳香族炭化水素や金属(Ni, Cr, V, Pb)の濃度は

米国、西欧、日本の都市・工業地域と同程度であり、その変異原性はそれ程強くない。

### (3) 煙の環境への影響についての総合的判断

アラビア半島では空気や土壌中に炭酸カルシウムなどのアルカリ性物質が存在するため、火災によって生じた硫酸などの酸性物質による土壌の酸性化、ひいては生態系への悪影響は生じない。イランの研究者より、イランでは酸性雨が増加したとの報告がなされたが、統計的に有意か否か、また地下水や植生に影響があったかどうかは現時点では分からない。

クウェートよりサウジアラビアまでの広域にわたり、土壌表面と植生が煤や油ミストで覆われた。その結果、その地域固有の植生がひどい障害を受け、植物は種子を生じない可能性がある。

火災地点より1000 km以内の範囲で、煙の幅は15~150 kmで、その地域での日射、視程、気温がかなり低下した。気温低下は一部の地域では4~8℃に及んだものと思われる。しかしその生態系などへの影響ははっきりしない。

湾岸域では煙の高さは6 km以上にならず、煙が成層圏に流入することはなかった。また核の冬の計算で予想された石油燃焼による煤の排出係数3~10%は高過ぎるようで、今回の実測では平均0.3~0.6%、大きな油火災でも1.6~2.8%とかなり小さく、修正されなければならない。さらに煤に硫酸塩が付着すると凝結核として働き易くなるため、降水により大気より除去され、滞留時間が短くなる。インドのモンスーン、中国の大雨との関係も討議されたが、インドの研究者より関係はなさそうだと報告が出された。

火災によるCO<sub>2</sub>の発生量は1991年6月には世界の全発生量の約2%である。

### (4) モデル研究

今回の事件に用いられたモデルは計算領域が最小30 kmの局地モデルより、北半球モデルまで15種あった。これらのモデルを適用する上での最大の難点は、発生源強度、汚染物の物理化学的性状、風などの輸送・拡散に影響するパラメータが不足したことである。

なお油井火災期間中長期間にわたり運用されたモデルは次のモデルである。オランダ気象研究所のKNMI/RIVMモデル、ローレンス・リバモア研究所のLLNL/ARACモデルNOAAのHY-SPLITモデル。

この地域ではShamal風という北西からの風が卓越したが、この風によって輸送される汚染物分布の予測は衛星画像による解析と一致した。

### (5) データの保管

膨大な観測データの集積・管理を米国のNCARやクウェートのKuwait Institute of Scientific Researchで行なう予定となっている。

## 4. まとめ

原子力関係の事故とそれに伴う放射性物質の拡散については、国際的な監視体制が整備されているが、今回のクウェート油田火災などの大災害に対する国際的な枠組がなかったこともあって、世界の対応が後手にまわったことは否めない。我が国でも測定車や後続測定車の現地到着が火災が消えた後になってしまったのは残念である。

以上の苦い経験をふまえ、WMOでは将来の災害発生時の資金や人々の流れがスムーズに運ばれるよう、次のような提案をしている。災害地にまず少数の各分野の科学者や事務担当者の一団を派遣する。国連の緊急時対応当局との接触を計る。500万ドル程度の臨時費を得るため、幾つかの拠出国との接触をはかる。災害の影響を調査するための、人工衛星、航空機、測定車、データ収集装置、モデル技術、通信装置に関する情報を獲得する。

いずれにしても、本会議は資金だけを出して人的貢献の少ない国の参加者が肩身の狭い思い

をする場ではあった。また突発災害への対応は時間との競争であることを思い知らされた時でもあった（著者の個人的な経験であるが、WHOのDr. Mageが各国の貢献について述べた内容中に日本の名が出てこなかったため、彼に問い合わせた所、資金提供は感謝するとの返事があった。即ち資金提供は話題にもならぬことを思い知った）。

例えば我が国でも今夏には多くの山火事があり、その環境影響に対応する組織があってもよい。また国際的な経験をつみ、さらに好評していく必要がある。

参考文献

1. 大喜多敏一（1993）クウェートの油井火災の大気への影響とその対応を評価する第2回WMO専門家会議の報告、天気、40、43-46
2. Okita, T., Yanagihara, M., Yoshida, K., Iwata, M., Tanabe, K. and Hara, H. (1994) Measurements of air pollution associated with oil fires in Kuwait by a Japanese research team, Atmos. Environ. 28, 2255-2259

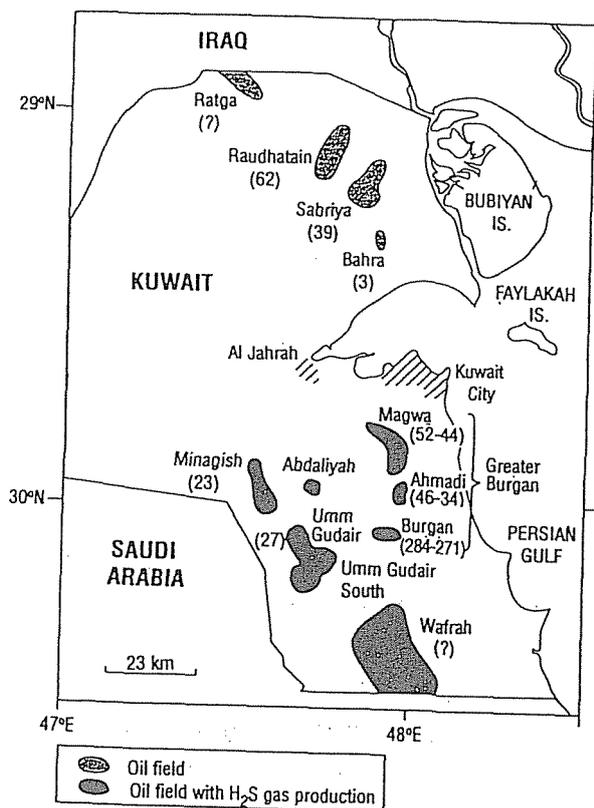


図1 クウェートの主要油田の燃焼状況 (Hobbs and Radke (1992) による)  
括弧中の第1の数字は1991年5月16日、第2の数字は1991年6月12日の燃焼油田数、燃焼油田数に変化がない場合は1つの数字だけである。

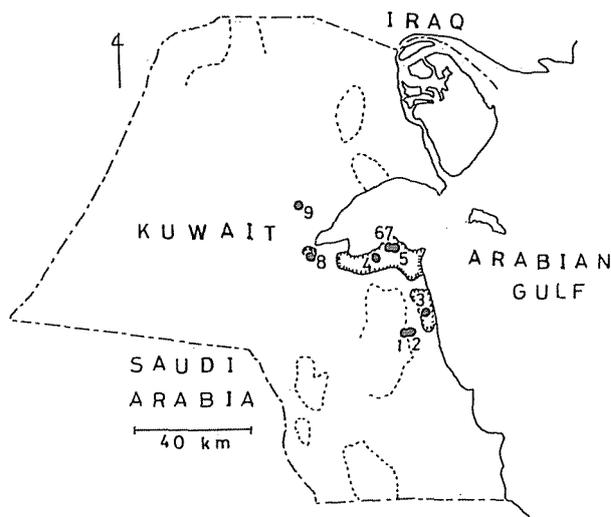


図2 測定点