

打ち水による電力不足緩和について

杉山大志*¹, 杉山昌広¹, 小松秀徳²

1: (財) 電力中央研究所 社会経済研究所

2: (財) 電力中央研究所 システム技術研究所

要約:

東日本大震災により、今年の夏には電力供給力が不足する可能性が高いといわれている。東京電力管内では、1度の温度低下が夏季のピーク需要の170万kWの減少をもたらすと言われている。本稿では、今まで散発的に行われてきた打ち水を今年の夏に向けて大幅に拡大し、冷房需要の削減を通じて、電力不足を緩和する可能性を検討する。

打ち水は、これまでも、ヒートアイランド対策として関心を集めてきた。文献によれば、小規模な打ち水実験により、街区スケールの温度を0.5°C~2.2°C程度低下させた事例が報告されている。また、環境問題についての意識啓発・教育的効果もあったとされる。さらに、メソ気象モデルのシミュレーションによれば、打ち水を広域的に大規模に行った場合、都市スケールでのヒートアイランド現象を緩和し1.5°C~2.5°C程度低下させることも可能と試算されている。

今年の夏場のピークカットに寄与するような規模にまで打ち水を広げていく具体的な進め方としては、政府・自治体・学校・商店街・業界団体・企業など多様な主体で、複数の手法について、試行錯誤を繰り返しながら、経験による学習を積んでいくことがよいであろう。これにより、打ち水の冷房電力需要低減効果を検証しつつ、諸法令や諸利益との調整を図りながら、費用効果的に進めることができるようになることが期待される。

このための政府の役割としては、節電活動の一環として打ち水を位置づけ、情報交換の場を運営し、とくに優れた活動を表彰し活性化していくといったことが考えられる。このような活動には、例えば、水を打つかわりにエアコンを止める、といった運動がありうるだろう。

免責事項

本ディスカッションペーパー中、意見にかかる部分は筆者のものであり、
(財)電力中央研究所又はその他機関の見解を示すものではない。

Disclaimer

The views expressed in this paper are solely those of the author(s), and do not necessarily reflect the views of CRIEPI or other organizations.

* Corresponding author. [email: sugiyama@criepi.denken.or.jp]

■ この論文は、<http://criepi.denken.or.jp/jp/serc/discussion/index.html> からダウンロードできます。

1. 本稿の背景と目的

2011年夏に東京電力管内で解消を目指すべき需給ギャップは、現時点で最大約1000万kWであり¹、電力不足が起こる期間は7月から9月にかけての10時から21時と見通されている（図1）。この電力不足を乗り切るためには、ピーク需要の約3分の2を構成する家庭・業務部門および小規模工場などでの節電をどこまでできるかがカギとなる。なお、10月以降は、未だはっきりと公式に発表されていないものの、発電能力増強によってこのような電力不足は解消されるとみられるので、このような緊急節電は今年の9月にかけて1度きり実施すればよいと思われる。

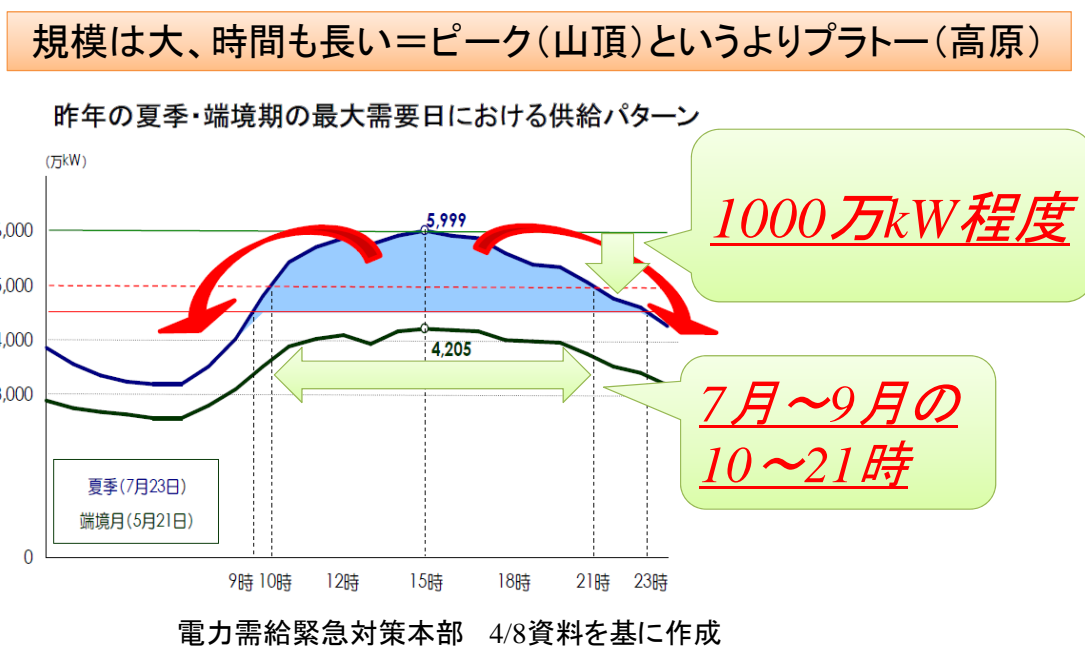


図1 今夏に必要な節電の規模と時間（杉山 2011 p4）

経済産業省は「夏期の電力需給対策の骨格」において、大口需要家について前年比25%程度、小口需要家について20%程度、家庭・個人について15-20%程度ピーク需要を削減することを要請した（経済産業省 2011）。しかし、自主的な行動を積み上げて節電を行う場合、省エネルギーバリアとして知られる、様々な障害が問題となることが予想される（若林ほか 2009）。そのため、こういった自主的な節電行動のみで最大消費電力を削減すること、ひいてはその積み重ねによって、ピーク需要を大幅に削減することには不確実性が伴

¹ 4月15日時点に発表された東京電力プレスリリース(<http://www.tepco.co.jp/cc/press/11041503-j.html>)によると、今夏の最大需要は5500万kWである。ただし、これは節電や震災の影響による需要の低下を織り込んだものであり、その低下量は明らかではない。そこで本稿では、近年の最大需要の水準である6000万kWを前提とし、供給力については、東京電力プレスリリースによる8月末の5070万kWを前提として、この差を大まかに1000万kWとした。すなわち、解消を目指すべき需給ギャップ1000万kWの一部は、東京電力が既に織り込んでいる需要の低下量でカバーされることになる。

うので、多様な手段を持つべきであろう。

電力需要の一般的な特性として、夏期の一日のピーク需要には、冷房による需要が大きく寄与していることが知られている。東京電力管内全体では夏に気温が1℃上昇すると、冷房需要によってピーク需要が170万 kW 上昇すると言われている（矢部 2005）。このことから、ピーク需要への寄与が大きい冷房需要を低下させるために、まず気温を低下させる、という発想をすることができる。

わが国では、夏に庭先に水を撒く「打ち水」という慣習が存在し、古くから涼を取る手段として親しまれてきた。最近では2003年に東京で NPO 等による「大江戸打ち水大作戦」というキャンペーンが行われ、その後「打ち水大作戦」という形で日本全国に広がり、毎年行われている²。

打ち水は「ヒートアイランド現象」（都市部で周辺地域よりも気温が高くなる現象）に対して有効であることを示唆する先行研究がいくつかある。すなわち、社会実験や数値シミュレーションで、気温が1～2℃程度下がる可能性が示されている。（これらの先行研究については次章で詳説する。）

ところで、今までの「打ち水大作戦」や社会実験は、街区の気温低下を目的としていたが、これをより大規模に行い、電力需要のピークを削減するという目的をもって実施するといった試みは前例がない。ピークを削減するような大きな効果をマクロで出すためには、これまでのように NPO や市民が自主的な散水活動を行うのみでは不十分であり、政策的なイニシアチブやキャンペーンの展開が必要と考えられる。

本稿では、上記のような観点に基づき、電力需要のピークを低下させることを目的とした打ち水の可能性について議論する。まず2章では、過去に実際の街区を対象として行われた小規模な打ち水実験に関する既往研究と、研究上の課題をまとめる。続いて3章では、数値シミュレーションによって、よりスケールが大きい、地域を対象とした大規模な打ち水の効果を評価した既往研究をまとめる。さらに4章では、打ち水を政策的な推進の在り方について検討する。

2. 小規模な打ち水実験

2.1. ヒートアイランド対策における散水（打ち水）の位置づけ

我が国の都市部はヒートアイランド効果によって気温が上昇してきており、熱中症や都市型豪雨などの問題との関連性が指摘されている。

ヒートアイランド対策としては様々な手法が考えられてきた。対策の分野と対策技術の例を以下に示す。打ち水³は地表面からの蒸発を増やし気化熱で熱を奪うことでヒートアイ

² 大江戸打ち水大作戦, <http://uchimizu.jp/2010/about/#2003>（アクセス日2011年4月4日）

³ 散水については打ち水以外の検討も多くみられる。特に屋根・壁面散水は、（超親水性によって効率よく蒸発が起きる）光触媒外装建材を用いる手法が詳しく検討されている。さらにドライミストによる冷却効

ランド対策に貢献できるとされている。

表 1. 空気調和・衛生工学会(2009, p. 52, 表1.1)の抜粋. 右側の例は効果が大きいものも低いものも含まれる.

対策分野	例
1. 風通し (風の活用)	風の道
2. 日陰 (土地・建物表面の高温化抑制)	街路空間の緑化 公園・緑地の整備
3. 地表面の被覆 (土地・建物表面の高温化抑制)	緑地, 水面の確保 打ち水の励行 保水性・透水性の高い被覆材
4. 建築外装材料 (土地・建物表面の高温化抑制)	日射反射率の高い屋根材
5. 設備的対策 (人工排熱の低減, 冷却作用の利活用)	機器排熱は高い位置から排熱 都市外への熱の輸送
6. 交通 (人工排熱の低減)	低燃費車の普及
7. その他	家庭での省エネルギーライフの推進 事業所での環境マネジメント

2.2. 打ち水の仕組み

水は蒸発するとき約 $2.5 \times 10^6 \text{ J/kg}$ もの多大な気化熱を奪う(なお正確には気化熱は温度の関数である)。夏の日射量を 1000 W/m^2 のオーダーであるとする、これを気化熱だけで相殺するには $1 \text{ m}^2 \cdot 1 \text{ 時間}$ あたり 1.44 mm を蒸発させれば打ち消せる⁴。この多大な気化熱によって、打ち水には以下のような物理的な効果がある(定量的な議論は後述)⁵。

- ・地表面温度低下および放射の減少: 水が散布された表面は温度の低い水が覆い、また水が蒸発することによって道路やアスファルト面の温度が下がる。また湿った表面は黒くなるため、日射の反射率も低下する。したがって地表面からの放射(太陽の照り返しと表面からの赤外放射)も減少する。

- ・気温低下: 地表面の温度低下に伴って気温も低下する。しかし、昼間は混合層が発達

果や、日本の伝統的な家屋における打ち水の効果を調べた論文もあるが、本稿は大きな街区を対象として気温を下げることを目的としたものを検討対象とするので、これらの論文はレビューしない。

⁴ $1000[\text{W/m}^2] \div 2.5 \times 10^6 [\text{J/kg}] = 4 \times 10^{-4} [\text{kg}/(\text{s m}^2)] = 4 \times 10^{-4} \times 3600 [\text{kg}/(\text{s m}^2)][\text{s/h}] = 1.44 [\text{kg}/(\text{m}^2 \text{ h})] = 1.44 [\text{mm}/(\text{m}^2 \text{ h})]$ 。

1時間あたり 1.44 mm は小さいように見えるが、これが仮に24時間365日続いたとすると 12600 mm を超える。東京の年間降水量は 2000 mm を超えるときはまれであるので、大きな蒸発量であることが分かる。なお平野ほか(2009)は散水される水の温度が気温より低いことため、顕熱の効果もあるが、これは潜熱に比べてオーダーが2桁小さいため無視できるとする。

⁵ 打ち水の効果の物理的解説は近藤純正氏のホームページ(打ち水の科学, <http://www.asahi-net.or.jp/~rk7j-kndu/kenkyu/ke13.html>, 2011/4/5閲覧)が詳しい。

することもあり、気温の低下は地表面の温度の低下ほど大きくはない。また打ち水を行っていない場所から風が吹き、温度の高い空気も運ばれて来るため、実際の温度低下幅は気化熱などから推測される値を下回ることもある。

- ・湿度増加：打ち水は蒸発を伴うので湿度は必然的に増加する。

- ・風：打ち水がもたらす気温低下によって空気の密度が上昇し、外部との圧力差が生まれるため、打ち水の後にはそよ風を感じる場合もある。

伝統的には打ち水によって涼しくなることは知られているが、科学的には以上の物理的变化が涼しさにどうつながるのだろうか。人が感じる温度には新標準有効温度 SET* (Standard New Effective Temperature) やヒートインデックス、不快指数などの体感指標が使われている。指数によって詳細は異なるが、気温、湿度の他に日射や気流の影響、人間の着衣状態や代謝量などが考慮されている（空気調和・衛生工学会 2009, I 編 2章）。以下で見る既往研究でも、体感温度の低下が報告されている。

2.3. 既往研究

2003年より「打ち水大作戦」という運動がはじまり、2010年までで夏に合計8回行われている。2010年の主催は打ち水大作戦本部であり、事務局は日本水フォーラムの中に設けられている⁶。日本水フォーラムは2003年に日本で開かれた第3回世界水フォーラム事務局の後継組織として、2004年4月から活動している NPO 法人である。

最初の年は「大江戸打ち水大作戦」という東京に限定されたものであったが、その後は日本全国に広がった。加えて、2004年から2009年までは海外の会場でも打ち水が行われた。この運動と時期を同じくして、いくつもの打ち水の実験が行われている。表 2に既往研究による効果を簡単にまとめた。

表 2. 既往研究による打ち水の効果。実験によっては打ち水大作戦と直接関連のないものも含まれる。

研究	日時・場所と散水量	気温などに対する効果
狩野ほか (2004)	2003年8月25日 東京都墨田区 正午から約20分 約14000リットル (学校や道路)	平均約0.5°Cの気温低下, 相対湿度の若干の増加
土屋ほか(2005) (狩谷ほかの 関連論文)	2003年8月18日12時 東京都墨田区東向島地区 約8500 m ² , 約6300リットル (期間は18日から25日であったが、詳述されている18日に絞って記す)	平均気温低下0.48°C 最大で1.49°C 気温低下は散水場所から離れるにつれて弱くなる
藤本・吉田 (2005)	2004/8/18, 8/25, 12:00-12:20	全般的に減少傾向が見られたものの

⁶ 打ち水大作戦ホームページ, <http://uchimizu.jp/2010/about/>, 2011/4/5閲覧

	福井県 福井大学近隣田原町 商店街全域5800m ² 両日とも1340リットル	気象条件のため気温上昇がみられた ところもあった 心理的な影響か参加者は涼しくなっ たと述べた
吉岡・中川 (2005)	2004/9/16 12:00 - 9/20 16:00, 20分ごと散水 大阪市立大学構内 スプリンクラーで半径5mに 散水 230ml/秒× 100秒	最大2.2-1.0℃の温度低下 (高さ0.75-6m) 湿度の顕著な増加は見られない
谷口ほか (2007) 谷口 (2009)	2006-2008にかけて5回 岡山市の駐車場 (1200m ² , 11時13時15時17時の4回, 2000リットル) 岡山大学農場内のアスファル ト面 (200m ² , 14時15時16時 17時の4回, 350リットル) (時期は8月という例示があ る)	体感温度の変化について乾グロー ブ温度は 3 ~ 5 °C , 湿グローブ温度は 1 °C 程
清田ほか(2007)	2006年8月28日 12:30と13:05 山口大学工学部 250m ² , 約1.6リットル/m ² (約400リットル)	打ち水範囲内で1.5℃ 打ち水範囲外だが近傍点 0.5℃ 湿度は上昇(~ 5%以上)だが, 不快指数 は低下

これらをまとめると以下のことが分かる。

- 打ち水によって(殆どの場合)気温低下が観測されている。ただし、気温低下の度合は(気流の影響を受けやすいため)状況によってばらつきがある。
- 湿度の上昇も見られる。

以上は、打ち水によって水の蒸発が起きれば、当然起こるべき結果である。しかしながら、以上の先行研究には、下記のような課題・特徴もある。

- 屋外における気温などの影響は計測されているが、建物内部の冷房負荷が下がるかは殆ど言及されていない。電力需要への関連を考えると、打ち水によって外気の気温、湿度、また建物外の放射が変化することで冷房負荷がどれほど変化するかまで調べないといけませんが⁷、先行研究ではそこまで調べられていない。
- 効果の計測のためのベースラインの設定に厳密さがかける。殆どの場合、打ち水開始の「前後」または近くの観測点との比較で温度変化を計測しているが、風によって空気は運ばれてしまうので、このような方法で打ち水の効果を厳密に確かめることはできない。(対照地域が小さいため計算も難しいが)理想的には数値計算などを組み合わせて打ち水あり・なしケースで比較するといった工夫が必要であろう。
- 実験の報告にサンプリング・バイアスがあるかもしれない。たしかに打ち水に

⁷ 占部・中野 (2001)は街区スケールで湿潤舗装による気温・湿度・放射の、冷房負荷の影響を検討した。同様な分析が打ち水についても必要である。

よって、気温が下がり風が吹き、また、地面からの放射が減れば、体感温度を下げる方向に働く。しかし、他方では湿度が高まるため、状況によっては、必ずしも体感温度が下がらないかもしれない。実際、岐阜県多治見市では、放水車を用いた打ち水を行っていたが、かえって蒸し暑くなるなどの住民からの苦情のため、やめてしまった（読売新聞 2010）。こうした事例は論文では報告されていないので、上記の表には入っていない。このように、成功事例がいくつか報告されているからといって、必ずうまくいくとは限らない。成功事例だけが報告され、失敗事例が報告されないというような、サンプリング・バイアスがある可能性は否定できない。

- 小規模なため都市スケールの冷却効果が検証されていない。そもそも今までの実験では、打ち水の対象面積が大きくても一つの商店街程度の規模である。そのため、気温低下も打ち水対象地域とその近傍の一部の区域に限定され、都市スケールの気温低下や冷房負荷低減につながるような効果は見られない。平野ほか(2009)はこうした「現実的」なスケールである既存の打ち水は小さすぎるため、広域のヒートアイランド対策としては効果がないと指摘している。

なお、以上の社会実験は教育的・心理的な効果を持つことも合わせて指摘しておきたい（浅井 2005, 小山ほか2006）。たとえば浅井(2005)は、打ち水を通じて参加者が環境問題に興味を持ったことを報告している。今年の夏場に向けては、節電という社会的運動を盛り上げることが重要であるので、打ち水をそのような活動の一環として位置付け、節電活動全般の話題づくり・啓発につなげることも有益であろう。

3. 広域的な打ち水

今まで小規模の打ち水の実験の結果を見てきた。しかし今夏に一定規模の電力負荷の削減をめざして打ち水を行うのであれば、これまでの経験とは桁違いに大きな規模で実施する必要がある、これまでの実験の知見だけではその実施可能性をよく見通すことができない。そこで、参考として、ヒートアイランド対策として都市を丸ごと広域的に打ち水で冷やすという可能性を分析した先行研究があるので、本節はその内容を紹介する。

3.1. ヒートアイランド対策としての広域的な打ち水の数値シミュレーション

今までの打ち水の社会実験の対象面積は10,000m²未満であったため街区スケールの気温低下にとどまっていたが、もしも都市のスケールで効果を出すことを目指すならば、大規模な打ち水が必要である。狩野ほか(2004)と平野ほか(2009)はそれぞれ265km² (=26.5km × 10 km) = 2.65 × 10⁸ m², 100km² = 1 × 10⁸ m²の面積の大規模打ち水の効果を数値シミュレーションで見積もった。この面積は、今までの最大の実験の~1万倍のオーダーに相当する。

この二つの研究の結果を表 3に示す.

表 3. 広域的な打ち水についての数値シミュレーション.

MM5: Fifth-Generation Penn State/NCAR Mesoscale Model.

CSU-MM: Colorado State University Meso-scale Model.

研究	モデル	日時・場所と散水量	気温などに対する効果
狩野ほか(2004)	メソ気象モデル MM5	265km ² 23区の面積の約40% 1995年8月23日-26日 11:30-12:30 (夕方も検討)	散水域を中心に 2℃-2.5℃の気温低下
平野ほか (2009)	メソ気象モデル CSU-MM	都心の100km ² 仮想的な平均的 気象条件	最大1.5℃の気温低下

狩野ほか(2004)はメソ気象モデル MM5による数値シミュレーションの結果を報告した。打ち水の対象とした265km²は23区的面積の40%に相当する。1995年8月23日-26日において11:30-12:30 と 17:30-18:30の2ケースで打ち水を行った場合の気温の変化を検討した。ここでは11:30-12:30のケースの結果を示す。

打ち水の対象地は以下のとおりである。建物用地では敷地面積の40%相当分、道路用地のうち、不浸透面の50%相当分を打ち水可能域と想定した。また、植生面・裸地面では、70%の面積に打ち水が可能と設定した。残りの30%では打ち水は無く、刻々の土壌水分量に応じた蒸発散が生じると仮定した。

打ち水はモデル内ではバルク式という蒸発を計算する「近似式」の改変によって表現した。具体的には打ち水の対象域とされた部分の蒸発散効率を0.7に設定した。具体的な蒸発量（打ち水の量）は記述されていない。

打ち水の結果、2℃-2.5℃程度の気温低下し、また相対湿度は有意には上がらないということであった。また海風によって気温低下した空気塊が内陸の方へ運ばれる様子も見られる。

平野ほか(2009)も同様にメソ気象モデル CSU-MM を用いて計算を行った。平野ほかは晴れの日と曇りの日の二通りの計算を行っているが、ここでの関心はピーク電力であるので晴れの日に議論を絞る。気象条件としては典型的な夏の日のものを与えた。モデル内では打ち水の効果は都心の100km²を完全湿潤面と設定して表現し、打ち水は常に行われるようにした。計算の結果、最大1.5℃の気温低下が見られた。またこの計算でも海風によって気温低下した空気塊が内陸の方へ運ばれる様子が確認されている。

以上、広域的な打ち水の研究の結果を見てきたが、この分野の研究の問題点もいくつかある。

- 計算を行ったモデルの数が限られる。蒸発散はモデルの境界層の扱い方に依存するので、多くのモデルによる結果を比較・検討することが望ましい。
- 限られた気象条件しか設定されていない。猛暑日や真夏日でも大気の状態は様々である。風向き、風速、大気の成層の度合などによって結果は変わりうる。
- 温度と湿度以外の変化は詳しく検討されていない。そもそも、温度が一部で下がった場合、気流の流れが発生するはずである。大気の流れが変わることで周囲の天気が変わる恐れもある。また冷房負荷という点では放射の変化も調べる必要がある。

3.2. 打ち水を大規模に実施することに特有の問題はないか

上記のシミュレーションのようにヒートアイランド対策として都市を丸ごと冷やすまでには至らなくても、電力需要のピークカットというマクロな目的を果たすためには、例えば1件1件は小規模であっても、活動を合計すると全体としてはかなり大規模な打ち水をする必要があるだろう。このようなことが起きたときに、2章で報告された実験のような小規模な打ち水では想定してこなかった問題が生じる可能性もあるので、以下では、上記の広域的な打ち水のシミュレーション研究成果などを援用して、それを検討する。

例えば、打ち水にはお風呂の残り湯などを使うことが無難なやり方であるが、大幅に拡大をすると上水を使う必要が生じるかもしれない。もしその場合、ポンプなどによる打ち水に必要な電力を考えなければいけなくなる。

そこで狩野ほか(2004)と平野ほか(2009)のスケールの大規模打ち水について、水の量と電力使用量について簡単に検討する。

必要な水の量

過去の研究によれば、必要な水の量は、 1m^2 あたり 1mm (1m^2 あたり1リットル) のオーダーである。平野ほか(2009)は気温低下と蒸発量の関係をグラフにしている。彼らによれば晴れの日では約 1°C の気温低下に $6\text{mm}/\text{日}$ の蒸発量が必要である。散水した水が下水道などに流れ込んでしまっても効率的に蒸発しない場合、散水量はこれより増える。

これまでの「打ち水大作戦」などでは打ち水は上水ではなく、お風呂の残り湯などを使うのが前提とされてきたが、大規模に行うとなるとそれには限界がありそうである。ここではまず、入手や散水にあたって比較的問題が少ないと思われる上水について検討する。平野ほか(2009)の数字を使うと、 100km^2 に $6\text{mm}/\text{日}$ の打ち水を行うと、1日の必要な水の量は 60万 m^3 になる⁸。東京都水道局 (2010)によれば、2009年度の一日平均配水量は 430万 m^3 (工業用水を除く) であり、7月15日に記録された年間最大配水量は 490万 m^3 になる。したがって、上水を用いる場合、通常ならば大規模打ち水を行う量を確保できるかもしれないが、渇水では難しいだろう。

⁸ $1\text{e-}3 [\text{m}] * 100 * 1\text{e}6 [\text{m}^2] = 10^5 [\text{m}^3] = 10^5 \text{ t}$, 単純に $1\text{トン} = 1\text{m}^3$ としている。

もちろんただ散水して蒸発のためだけに上水を利用するのは経済的に適切ではなく、可能な限り上水以外の水（雨水の汲み置き、消防用水、プールなどで利用した水、下水処理水、河川水）を利用することが重要である。また効率を上げることで散水量を下げることにも検討に値する。例えば、熱負荷と空調需要の集中しているところに効率よく水を撒けば、同じ散水量でも気温低下や冷房負荷低減への効果はより高いかもしれない。

必要な電力量

水を撒くには動力が必要になる。とくに、今回の目的に照らすと、電力を大量に使うのでは意味がない。「水道事業は、全国の電力の0.9%を消費しているエネルギー消費産業」（厚生労働省健康局 2008）ともいわれ、したがって打ち水に起因する電力消費を見積もっておく必要がある。

そこで、打ち水で電力需要（kW）がどれほど増えるかを試算する。数値は先ほどと同様平野ほか(2009)に従う。平野ほかは一日中蒸発が起きるように仮定しているので、ここで仮に10時から16時までの6時間で60万トンの水を散水したとする。すると一時間あたりの散水量は10万トンとなる。電力原単位を有効水量 1 m³あたり約0.5 kWh（東京都水道局 2010）とすれば、散水に必要な電力は55MW 程度となる。

一方、気温が1℃あがると東京電力管内のピーク電力が1.7GW(170万 kW)増えるといわれる。東京23区のピーク電力が東京電力管内に占める割合があると23区の気温の上下に伴う冷房負荷が概算できるが、これを仮に昼間人口の割合で代替することとする⁹。すると東京23区で1℃気温が下がれば、1.7GW の 約4分の1の425MW（42.5万 kW）程度のピーク需要がカットできることになる。これは水使用に要する電力量よりも桁が一つ大きくなる。

以上の検討から、散水のための動力の負荷はそれほど小さくなく、効率が低い実施形態を選択しない限り、打ち水のピークカットの効果が動力用電力需要によって大きく損なわれる危険は少ないと考えられる。

4. 政策的な推進のあり方について

2章では、小規模な打ち水の実験のレビューから、街区スケールの気温低下には打ち水は一定の効果があることが分かった。

また、3章では、メソ気象モデルの研究の結果や物理的な考察から、打ち水は潜在的に、都市丸ごとといった規模でのピーク電力負荷削減にも寄与する一つの方策になりうることが分かった。なお、このことから、配管・トラックなどを用いて、公共事業として大規模に都心部に水打ちをするということも考えられなくもないが、震災からの復興や節電など

⁹ 東京都の統計(<http://www.toukei.metro.tokyo.jp/tyukanj/2005/tj05gaiyou.pdf>)によれば、2005年の区部の昼間人口は11,285千人であるのに対し、国勢調査(<http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2005/jutsu1/00/03.htm>)によれば東京電力管内の昼間人口は45946千人あり、区部の昼間人口は約25%となる。なおこの分母は静岡県の富士川以西を除いておらず、過小評価の傾向がある。

政策課題が目白押しである政治・政策状況をかんがみるに、ことしの夏場に向けてそのような実施体制を整えるには、政治調整の時間が足りないため、このような方法はあまり現実的でなさそうだ。

したがって、打ち水の実施主体としては、これまでどおり、自治体・学校・商店街・業界団体・企業など多様で分散した主体を想定するのが現実的であると思われる。ただし、それらが散発的なものに終わらないように、政府の役割として、イニシアチブを發揮し、また、キャンペーンを実施していく必要がある。

打ち水というと、通常は、「浴衣を着て、ひしゃくで水をまく」といった、夏の風物詩としてのイメージがある。本稿で述べている打ち水についても、そのようなゆとりや遊び心は、活動を盛り上げるために必要であろう。ただし、本稿で検討している打ち水は、電力不足対応のための電力需要ピークカットという明白かつ緊急的な目的をもって行うため、このような伝統的なイメージに基づく打ち水だけでは十分とはいえない。

そこで、打ち水を日本政府による節電政策の一部と明確に位置付け、活動（例えばエアコンの停止と組み合わせる打ち水を実施する等）の推進を図り、また、その結果から学ぶための情報交換を促進していくことが望ましい。

具体的な進め方として、日本政府として、今年の夏場は非常事態であり、節電政策の優先順位が高く、その一環としての水打ちに協力するよう諸方面に呼びかけ、併せて自治体・学校・商店街・業界団体・企業など多様な主体で、試行錯誤を繰り返しながら経験による学習を積んでいくことがよいのではないか。これは、夏をまたずに、また関東に限定せずに、さまざまな打ち水の方法を実際にためして、効果についてのデータを取り分析し、あるいは制度的な障壁や、弊害や問題点についての情報をとりつつ、東北・関東で夏に本格実施をする体制を整えていくことがよいだろう。小規模な実験であれば、より熱い地方で、夏を待たずに実施することができるし、実際にやってみることで学ぶことは多いだろう。こうした経験から、どこにある水を、いつ、どのぐらい撒けば良いかについて、分かりやすい情報をまとめていくことが重要であろう。

その際、水の利用や都市環境については諸法令があり、それとの整合性を図らねばならない。泥ハネなどで、営業などの諸利益に対して、迷惑をかけないことも要請されるだろう。このような諸法令と諸利益との調整が実は最も難しいと思われる。これについては場所によっても異なると考えられるので、それぞれが解決を図ることと、その成功体験を共有してさらなる成功につなげるような情報共有の仕組みが必要である。

また、文献でまとめられた打ち水の社会実験で言及されてきたように、打ち水は環境問題などについての意識啓発・教育の場となりうる。従来の「打ち水大作戦」の経緯も併せて考慮すると、企業・工業団地・商店街・自治体・町内会などを組織して打ち水を実施することで、家庭・業務部門における節電啓発の効果も期待できる。

補遺

本補遺では、電力不足が如何にして起こる可能性があるのかについて、非専門家を対象として概況を解説する。

電力需要の一年の変化は、一日の最大値に注目して見ると、冬は暖房需要の増加により一定のピークを持ち、春になると一旦低下し、夏になると冷房需要により一年で最も大きなピークを持ち、秋になると再度低下する、というサイクルを辿るケースが多い。また、通年で土日や祝日よりも平日の方が電力需要は大きい。さらに、晴天の夏期平日のある一日について電力需要の時間変化を見ると、通常早朝から昼に向けて急激に増加し、12時頃に一旦需要が低下（企業等の昼休みによる需要低下）した後、昼過ぎの最も気温の高い時間帯に一日で需要が最も大きい値となり、その後夜に向かって徐々に減衰する（図2）。

電力需要の時間変化には、以上のような特性がある一方、発電された電力は基本的に貯めておくことができないため、需要に対してできるだけその都度過不足なく供給しなければならない。常時の場合、各種発電機を組み合わせ、時々刻々と変化する需要を満たしている。しかし、現在は震災の影響によって供給力が低下しており、利用可能な設備を合わせて最大出力をさせたとしても、供給力がこの最大需要に達しないと予測されるため、今年の夏期に電力不足が生じると懸念されている。勿論、昼過ぎに限らず、朝から夕方にかけての時間帯の電力需要は十分高いため、これらの時間帯における電力不足も懸念される。

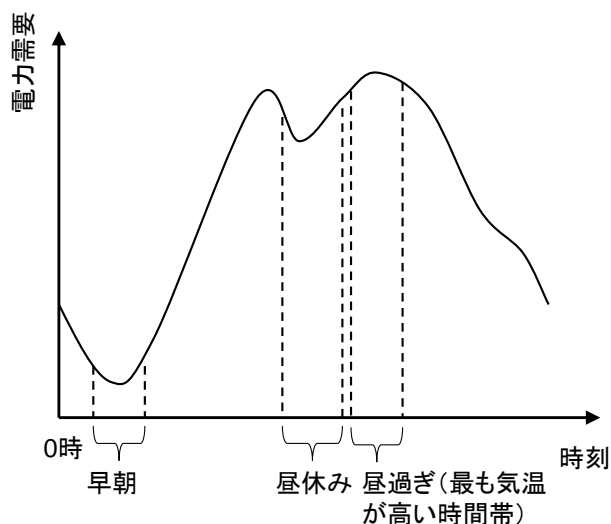


図2 夏期平日（晴天）の電力需要パターンのイメージ。

謝辞

本稿を作成するにあたり中央大学山田正先生のご指導を賜ったことを記して感謝いたし

ます。もとより、本稿に誤りがあれば、すべて著者に帰属します。

参考文献

- 浅井重範, 2005: 打ち水大作戦. 建設マネジメント技術, 7月号, 30-34.
- 占部 亘・中野幸夫, 2001: ビル周辺歩道の湿潤舗装による冷房負荷の削減効果ービルのエネルギー消費に及ぼす都市熱環境の影響評価ー. 電力中央研究所報告 T00063.
- 狩野学・手計太一・木内豪・榊茂之・山田正, 2004: 打ち水の効果に関する社会実験と数値計算を用いた検証. 水工学論文集, 48, 193-198.
- 清田 忠志・山西 正洋・濱田 悠平・土谷 剛大・佐伯 隆・村上 ひとみ・清田 誠良・中村 安弘, 2007: 大学キャンパス内における打ち水の効果に関する研究. 日本建築学会中国支部研究報告集 30, 381-384, <http://ci.nii.ac.jp/naid/110007021466>.
- 空気調和・衛生工学会 (編), 2009: ヒートアイランド対策ー都市平熱化計画の考え方・進め方. オーム社, 209 pp.
- 経済産業省電力需給緊急対策本部, 2011: 夏期の電力需給対策の骨格 (案) .
http://www.meti.go.jp/earthquake/electricity_supply/0408_electricity_supply_01_00.pdf (2011年4月14日閲覧).
- 厚生労働省健康局, 2008: 水ビジョン (平成 20 年 7 月改定).
<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/vision2/> (2011/4/14 閲覧).
- 小山福栄・吉田聡・佐土原聡, 2006: 打ち水による環境意識の変化の考察と最適な打ち水方法に関する研究. 日本建築学会大会学術講演梗概集 (関東), 2006 年 9 月, 681-682.
- 杉山大志, 2011: 家庭・需要部門における節電政策の施行強化について. 電力中央研究所社会経済研究所ディスカッションペーパー SERC 11004.
<http://criepi.denken.or.jp/jp/serc/discussion/download/11004dp.pdf>
- 谷口玲子・川端 康弘・塚本 修, 2007: 打ち水にともなう地表面熱収支の変化. 日本気象学会大会講演予講集, 91, 164.
- 谷口玲子, 2009: 打ち水による地表面熱収支とグローブ温度の変化.
<http://atmos.cc.okayama-u.ac.jp/b4/tanigutiM.pdf> (2011/4/5 閲覧).
- 土屋修一・加藤琢磨・手計太一・山田正, 2005: 打ち水による市街地の熱環境緩和効果. 水工学論文集, 49, 367-372.
- 東京都水道局, 2010: 環境報告書2010.
https://www.waterworks.metro.tokyo.jp/water/pp/kh22/pdf_index.html (2011/4/14閲覧).
- 東京電力, 2011: 今夏の需給見通しと対策について (第2報) . 2011年4月15日プレスリリース. <http://www.tepco.co.jp/cc/press/11041503-j.html> (アクセス日2011年4月17日)
- 平野勇二郎・一ノ瀬俊明・井村秀文・白木洋平, 2009: 打ち水によるヒートアイランド緩和効果のシミュレーション評価. 水工学論文集, 53, 307-312.

- 藤本真悟・吉田伸治, 2005: 打ち水による屋外温熱環境緩和効果に関する研究. 日本建築学会北陸支部研究報告集, 48, 181-184.
- 矢部邦明, 2005: 長期最大電力予測のための省エネの評価. 電気学会全国大会講演論文集, 6, 75-76.
- 吉岡真弓・中川康一, 2005: 地下水を利用したヒートアイランド現象緩和について - その 2 -, 地球惑星科学関連学会 2005 年合同大会,
<http://wwwsoc.nii.ac.jp/jepsjmo/cd-rom/2005cd-rom/pdf/h066/h066-012.pdf> (2011/4/14 閲覧).
- 読売新聞, 2010: 『「暑さ日本一」多治見で打ち水中止…余計暑くなる』, 2010 年 8 月 4 日,
<http://www.yomiuri.co.jp/national/news/20100804-OYT1T00258.htm> (2011/4/5 閲覧).
- 若林雅代・木村幸, 2009: 省エネルギー政策理論のレビュー —省エネルギーの「ギャップ」と「バリア」—. 電力中央研究所調査報告 Y08046.