

都市の熱環境と多機能舗装への期待

河原能久

東京をはじめとする大都市では、都市化の進展に伴って、水循環や熱環境が著しく変化し、様々な問題が発生している。一例として、宅地や舗装の造成などによる雨水の不浸透域の拡大や、田畑や水域の消失がどのような問題を生じさせているかを考えてみる。水循環に関しては、地表面の改変によって流域の保水・遊水機能が減少するため、豪雨時に大量の雨水排水が一気に河川に流れ込むことになる。このため、洪水の到達時間は早くなり、しかも洪水の規模は大きくなって、水害の危険性が高まる。同時に、雨水の地下浸透が減少するために、地下水位が低下したり、平常時の河川の流量が減少するなどの状況が発生する。また、熱環境に関しては、緑被が取り除かれて地表面がコンクリート建物やアスファルト舗装で覆われると、植生による蒸散や地表面からの蒸発が抑制されるために、日射を受けて舗装の温度や気温は上昇する。また、林立する建物群からの長波放射や舗装の蓄熱しやすい特性によって、夜間でも気温が低下しないなどの現象が起こる。大都市では、さらに、冷暖房や給湯、動力などに使用された熱エネルギーが建物から多量に放出されるとともに、自動車交通からの排熱も加わって、気温は一層上昇する。

都市の昇温化現象はヒートアイランドと呼ばれているが、この現象は我が国に特有なものではなく、地表面の改変や人工的な排熱の増大などが主な原因であるため、大都市であれば国内外に拘わらず顕在化する現象である。このヒートアイランドの都市の熱環境に与える悪影響は夏期に顕著になる。すなわち、気温が上昇するにつれて冷房需要が喚起され、その排熱が気温をますます上昇させるという悪循環を生んでいる。日中の最高気温が上昇すると熱中症などの暑熱障害を引き起こしやすくなり、夜間の気温が低下しないために十分な睡眠がとれないことは生理的に大きなストレスになると言われている。また、ヒートアイランドが大都市における豪雨を助長している事例が報告されている。

私は学生の時に道路工学を勉強しただけで舗装の専門家ではない。ただ、建設省土木研究所都市河川研究室に勤務していた時期に、ヒートアイランド現象の緩和対策を検討すべき立場にあった。都市における道路舗装の面積率を調べると、東京では平成8年度において、23区平均で18%、都心部のみでは35%にも達していた。また、大阪市では平成元年度で舗装面積率は18%もあった。これらの値と、高温化した道路舗装が多量の長波放射を大気に放出しているとい

う観測事実を組み合わせると、都市の熱環境を再生するために舗装の熱的特性を改善することの重要性が如実にわかる。さらに、舗装の熱的特性を改善することは、都市スケールの気温緩和だけでなく、歩行者に優しい道づくりを進めることにもなると期待した。そして、表面温度の上昇を抑えられる舗装をヒートアイランド対策の一つと考え、舗装の専門家の支援を受けて研究を開始した。

当初から、透水性舗装によって望ましい熱的特性を実現するのは無理であると考えていた。都市河川研究室では降雨時の流出抑制に有効な透水性舗装に関する屋外実験を行っており、舗装表層の空隙径が大きいために毛細管力により水を舗装表面に引き上げることができないこと、そのために日射の一部を水の気化熱として消費させる潜熱輸送を効率的に生じさせることが困難であること、そのため舗装表面の温度は高くなることを経験していたからである。また、排水性舗装においても空隙径の大きさから同様であろうと推測していた。一方、盛夏に路面へ散水すれば、しばらくの間、路面温度や気温が低下することは誰もが知っている。また、日傘をさした歩行者でも足下から日射の路面での反射と舗装から放出される長波放射、路面からの顕熱を受けて暑いと感ずることを文献で確認した。したがって、透水性でもなく排水性でもない、舗装の表層に多くの水を保持できる舗装（保水性舗装）を開発すれば、毛細管力により水分を路面に供給して蒸発を連続的に発生させることができ、舗装の表面温度やそこからの長波放射を低下させることができるはずである。その当時既に異なる発想に立つ保水性舗装の試験施工が企業の研究所や大阪府で行われており、期待に近い成果が得られつつあったが、我々は大きな透水性と高い保水性とを兼ね備えた保水性舗装を目指して、風洞実験と現地での検証実験を行った。その後、私は大学に転出し保水性舗装の開発は夢となっているが、後任の研究員が引き続き検討を続けている。もとより保水性舗装の開発はスタートしたばかりであり、検討すべき課題が山積している。水分・熱輸送現象の物理的なプロセスの解明、水管理方法の検討、保水性舗装の冬季における特性の把握、保水性舗装の熱環境特性の経時変化の把握、保水性舗装の他の特性とのバランスの検討など、系統的な調査・研究を今後大いに進めることが必要である。

私の舗装の多機能化に対する素朴な期待は、地表面が水循環、熱環境、生態系の形成に果たしている重要な役割から来ている。繰り返しになるが、降雨は地表面でいろいろな移動経路に配分される。地表面を流れたり、貯留されたり、蒸発したり、あるいは地中に浸透したり、植物を通して蒸散したりする。また、水の移動とともに熱や物質も移動する。さらに、水・熱・物質移動に依存して生態系が形成されている。大気と地面との境界面である地表面付近での自然の営みの巧みさを考えると、地表面の改変には極めて慎重な検討を必要とすることに思い至る。この観点に立つと、地表面を覆う舗装に、長期間にわたり交通を支えるのみでなく、本来の地表面が有する様々な機能を極力損なわないような工夫ができないものかと考えられる。今後、舗装の温度低減にとどまらず、環境の保全・改善機能を備えた多機能舗装の技術開発が大いに進められることを期待したい。

(筆者・かわはら よしひさ・香川大学 工学部 安全システム建設工学科 教授 工博)