

農場消毒における粒子状消石灰の経時的変化と特徴

安富政治* 藤井清和**

Variation and characteristics over time of a particulate slaked lime sprinkled in a farm

Masaharu Yasutomi, Kiyokazu Fujii

要 約

消石灰を農場敷地面に散布した場合を想定した区画を設けて、散布した消石灰の pH の経時的変化と特徴を把握した。当センター敷地内の屋外に 50 cm の木枠を設置し、木枠内に 1 cm 厚さに粒状消石灰（市販品）を散布して、2 か月後まで放置したところ、板状の塊となり、上表と裏面の表層は pH が低く、炭酸カルシウムに置き換わったが、内部は消石灰の状態が維持された。次にシャーレに市販の粒子状消石灰を約 3 g 入れ、屋外に水平に設置して、その pH 変化を調べたところ、降水を経験した消石灰粒子は、10 日経過した時点で pH10 を下回ったが、降水を経験していない消石灰粒子は、pH11 程度までの低下に留まった。このことは、屋外に散布された粒状消石灰は、野外環境の影響を受けやすく、降水を受けた場合には消石灰粒子表面でカルシウムイオンと炭酸イオンの反応による炭酸化が促進されることを示している。

キーワード 消石灰、ウイルス

緒 言

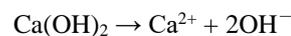
国内で高病原性鳥インフルエンザや口蹄疫が発生した場合、発生農場において、家畜伝染病予防法施行規則や特定家畜伝染病対策指針等に基づいて敷地や畜舎周辺、道路等に消毒を目的として消石灰の散布がおこなわれる。また、高病原性鳥インフルエンザの発生予防を目的として、鶏舎周辺や農場の進入路への消石灰の散布がしばしば行われている。その根拠としては、農林水産省の通知（「高病原性鳥インフルエンザの発生に係る緊急的な消毒実施に当たっての留意事項について（平成 19 年 2 月 8 日付け 18 消安第 12754 号農林水産省消費・安全局動物衛生課長通知）がある。

高病原性鳥インフルエンザウイルスに対して消石灰の殺滅効果を実験した報告は少ない^{1, 2)}。また、武田の報告³⁾による効果判定実験においては、消石灰水溶液中で、溶媒液にウイルスを投入し、一定時間経過後、回収して殺滅の状態を把握するという方法が採用されている。このような実験では、ウイルスと消石灰粒子との水溶液中での接触となるため、地面や舗装面に散布した消石灰とウイルスとの接触とは異なった状況となる可

能性がある。また、環境中に散布された消石灰は、必ずしも安定でなく、時間の経過とともに物質的变化をすると予想されるが、そのような変化を経た消石灰のウイルス殺滅効果を検討した事例は見当たらない。そこで、消石灰を農場敷地環境に散布した場合を想定し、消石灰の散布条件にふさわしいウイルスの接触条件を想定した実験によって、散布した消石灰の pH の経時的変化と特徴を把握し、次報において経時的変化を経た消石灰のウイルス殺滅効果について、殺滅効果を確認していくこととする。

1. 消石灰による微生物殺菌のメカニズム

消石灰（水酸化カルシウム）は、溶解度積 $K_{sp}5.5 \times 10^{-6}$ と水にやや難溶で、粒子表面で溶解し、



さらに水中で拡散して、粉体表面と溶液中との間で平衡定数 K の溶液となる。

$$K = [\text{Ca}^{2+}][\text{OH}^-]^2 / [\text{Ca(OH)}_2] = 10^{-5.3}$$

なお、水溶媒中でカルシウムイオンは、6 個の水分子と水和して、錯イオンを形成する。



* 退職

** 京都府南丹広域振興局

一般に、アルカリ金属、アルカリ土類金属の水和力は、イオン-双極子間の静電的引力とされており、 Ca^{2+} の水和エネルギーは、 K^+ 、 Na^+ に比べて高く、錯体を作る性質は強い。

水酸化カルシウムまたは酸化カルシウムの微生物に対する殺菌、殺滅のメカニズムに関する報告は少ないが、主に2つの主因があると推定されている³⁾。1つは、 CaO 表面の水和反応により生成した水酸化イオン層への病原微生物の接触、2つめに、水酸化イオンのpH上昇による、細菌等の表層構造(細胞壁や膜)中のタンパク質の変性である。従って、殺菌効果は水酸化カルシウムの水溶媒への溶解が起こった場合に発揮され、乾燥状態における殺菌効果は期待できないと予想される。また、水酸化イオンの微生物への接触や錯体形成等に伴う、荷電の変化を想定すれば、各イオンの飽和を維持するため、水酸化カルシウム粒子の懸濁状態、すなわち未溶解の水酸化カルシウムが多量に存在する状況を溶液接触面で保つことが重要と考えられる。

2. 散布された消石灰粒子の経時的変化

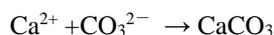
(1)材料・方法

当センター敷地内の屋外において写真1に示すような、一辺の50cm正方形の木枠を設置し、木枠内に1cmの厚さに粒状消石灰(市販品)を散布して、2カ月後まで放置した。なお、設置した場所は、降水があった場合でも、雨水が周辺から流入して、滞留することはないと判断した。

(2)結果・考察

木枠内の消石灰は、2カ月後には、粒子状の消石灰がお互いに付着して崩れやすい板状の塊となった。塊となった消石灰の一部を割って、脱イオン水で希釈してpHを測定したところ、9~12の範囲で大きくばらついた。そこで、板状の消石灰断面にpH指示薬(チモールフタレインエタノール溶媒液)を吹き付けたところ、写真2のような着色を呈した。なおチモールフタレインの変色域は、pH9.3~10.5なので、表層はpH10を下回っており、他方内部は、pH10.5以上の比較的高pHの状態に維持されていることが判る。

環境中に散布された消石灰は、水に溶解した場合に、カルシウムイオンが解離し、それらは土壌中または空気中の炭酸ガスと接触して、炭酸カルシウムを形成する(炭酸化反応)。



炭酸カルシウムは水に難溶である。降水時に木枠内で形成した炭酸カルシウムは、一部は流出したと考えられるが、木枠内に留まった炭酸カルシウムは、乾燥の工程で、消石灰粒子表面に沈着し

たと考えられる。2カ月後に確認された板状の消石灰の呈色の状況(写真2)から、板状の消石灰層は上表面と裏面から、炭酸化が進行し、表層は炭酸カルシウムに置き換わったが、内部では炭酸化が進行せず、ある程度、新鮮な消石灰の状態に維持されたものと判断した。

消石灰を地面、舗装面に散布する目的は、車両や作業者の長靴や着衣、または動物の排せつ物等に付着しているウイルスの殺滅であり、そのためには散布された消石灰粒子表面の水膜中で高いpH値を呈することが必要である。従って、散布された消石灰粒子の表面のpH変化に着目した消石灰の操作、把握方法を今後の研究で明らかにしていきたい。

また、散布されて2か月間の間に、表面の消石灰粒子の炭酸化が進行したことが確認できたことから、ウイルス殺滅効果の検証にあたっては、さらに短い期間を対象としたpH変化を調査することが必要と判断した。



写真1 粒状消石灰散布状況



写真2 板状になった消石灰の呈色状況

3. 散布された消石灰粒子のpH変化

(1)材料・方法

シャーレに市販の粒子状消石灰を約 3 g 入れ、2015 年 8 月～10 月の間、屋外に水平に設置した。このシャーレ面に入れた消石灰粒子量は 1 m² 当たり換算すると 0.53 kg となり、巷間農場等で散布されている面積当たりの粒子密度に近い。シャーレ面に対して敷かれた消石灰粒子の量は前回の木枠内の散布量よりも少なく、互いに付着して塊状とならないと判断した。降水があった場合には、シャーレに溜まるか、またはシャーレの縁から越え流し、晴天の場合には蒸発するという現象が繰り返される。設置して約 10 日後に、消石灰粒子を回収して、脱イオン水で希釈して、慎重に攪拌し、溶液の pH を複合電極 pH メーターを用いて測定した。

(2) 結果・考察

実験開始時と終了時の pH の測定結果を図 1 に示す。

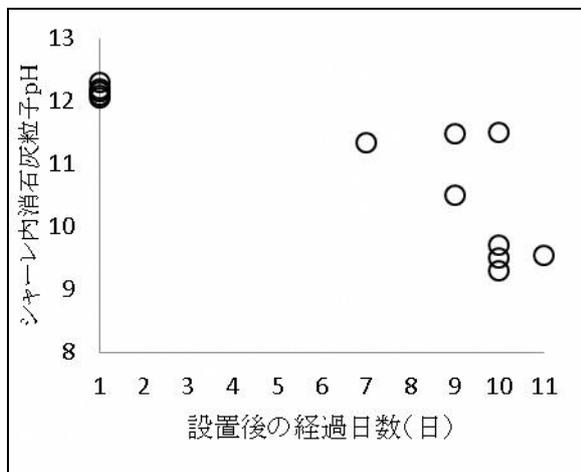


図 1 屋外に設置したシャーレ中消石灰の pH 変化

シャーレ上に散布した消石灰は、新鮮な状態では、pH12 以上であったが、10 日前後で pH11 程度を維持する場合と pH が 10 程度、または 10 を下回る場合が見られた。pH が 10 を下回る 5 回の結果は、すべて設置した期間中に降水を 1 回ないし 2 回経験したサンプルであった。

粒子状消石灰の pH 低下は、前述したように消石灰粒子の炭酸化によるものと考えられる。屋外に置かれた粒子状消石灰は、降水を経験した際、消石灰粒子が濡れ、粒子表面の水膜中で炭酸化が促進され、その結果 pH が低下したと考えられる。なお、降水を経験していないサンプルにおいても、数日～10 日間で pH11 程度までの低下がみられた。この原因は明らかでないが、大気中の水蒸気が消

石灰粒子と接触し、局所的でわずかな水膜が形成され、前述した炭酸化が一部進行したのかもしれない。いずれにしても、降水を経験しなくても、屋外に散布された粒子状消石灰は、数日の間においても新鮮な消石灰の状態に維持されることはなく、pH 低下の推移をたどることが判った。

消石灰は安価で入手しやすく、鳥インフルエンザの待ち受け消毒として広く利用されている。

しかし、野外環境の影響を受け、消毒効果が持続しない可能性もあることから、適切な消石灰の追加散布や他のウイルス侵入防止対策とも組み合わせるべきと考えられる。

引用及び参考文献

- 1) 武田州平、Journal of the society of inorganic materials, Japan, vol16, 49-54, 2009.
 - 2) De Benedictis, M. S. Beato and I. Capua, Zoonoses
 - 3) Public Health, vol54, 51-68, 2007.
- 壺井晃太郎他、防菌防黴 vol43(5)221-226, 2015