

酸性雨の現状と雨水利用の留意点

近年、湧水を契機として高度処理による排水の再利用を進める取組みが増え、エコの観点からは雨水の有効利用も推奨されています。今回は雨水水質の特徴と、雨水を利用する際の留意点についてまとめました。

1. 酸性雨の現状とその影響

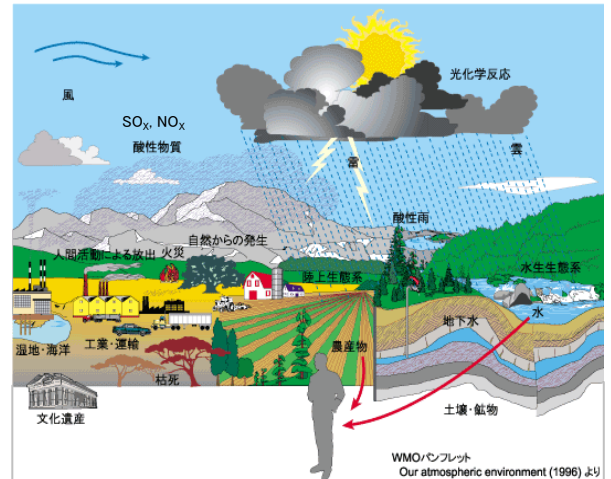
1) 酸性雨とは

雨は地上へ落下する間に大気中のCO₂が溶け込むため、中性ではなく、弱酸性を示します。CO₂が水に溶解した飽和状態のpHが5.6であることから、pH5.6以下の雨は人工的な影響(火山活動は例外として)を受けていると判断し、酸性雨と呼ばれます。

石油・石炭などの燃焼によって大気中に放出される排ガスの中には、硫黄酸化物(SO_x)や窒素酸化物(NO_x)などの大気汚染物質が含まれています。これらは大気中で紫外線によって、硫酸や硝酸などの酸性物質となり、雲(水蒸気)に取り込まれて酸性度が強い雨となって地上に到達します。

日本全国平均の雨水pHは4.77と発表されています。

(2013年 環境省発表)



酸性雨発生概要
(気象庁HP「酸性雨の基礎知識」より)

2) 酸性雨の現状

酸性雨という言葉が社会問題となってから約30年の年月が経ち、当時は、健康被害や建築物・樹木への影響など様々な報道がありました。しかし、最近では耳にする機会も少なく、身近に感じられない言葉になっている印象を受けますが、酸性雨は依然として現在も続いていると言えます。

国立環境研究所の調査によると、日本で観測されるSO_xの起源は49%が中国、続いて日本国内21%、火山13%、朝鮮半島が12%であると発表されています。

2012年4月～2013年3月 雨水の平均pH (環境省:全国26箇所での測定値)	
	pH値
月平均の最大値	5.34
月平均の最小値	4.56
全国年間平均値	4.77

3) 酸性雨が及ぼす影響

酸性雨による被害について、以下のような事例が報告されています。被害状況の写真是Web上で多数公開されていますので、是非、確認して下さい。

(参考キーワード:酸性雨の被害の画像)

① 植物への影響

- ・ 森林樹木の枯死(立ち枯れ)：pH 3～4で針葉樹に被害が出る
- ・ 花や葉の変色・損傷：pH 4～5で朝顔の花に斑点ができる

② 魚介類の死滅

pH 5以下になると魚類に影響し始め、サケ科ではpH 6程度でも母川回帰や産卵を抑制する行動が現れて、一般的にpH4.5以下では、ほとんど生息できないようです。

③ コンクリート・大理石や鉄・青銅製建造物の腐食

建造物のコンクリート内部に酸性雨が浸入することにより、鉄筋を腐食させるだけでなく、コンクリート自体が溶けてつらら状の溶出物(炭酸カルシウム)に変質し、コンクリートの強度を低下させます。

④ 海への影響(赤潮・青潮)の発生

海洋への影響は窒素酸化物などの溶解による富栄養化現象として現れるようです。

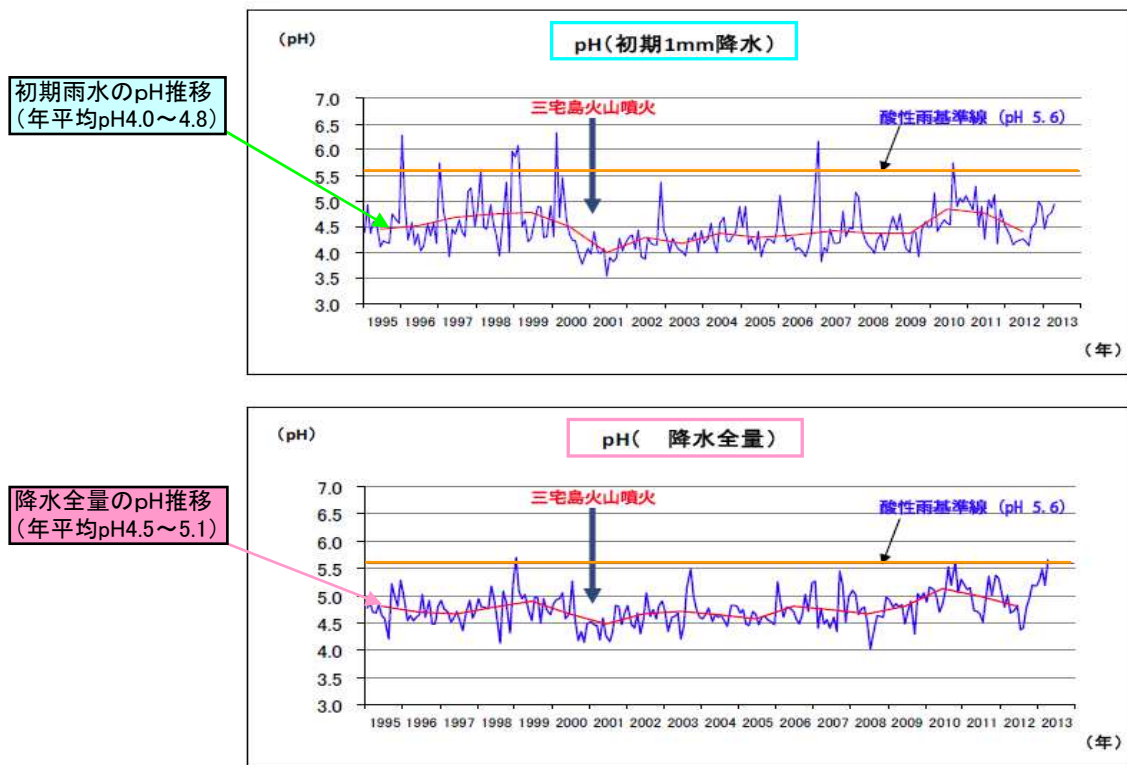
3) 雨水pHの推移(1995年～2013年)

下図のように、初期雨水1mmの各年の平均pH値は4.0～4.8、降水全量の平均pH値は4.5～5.1で推移しており、降り始めの雨水pHは降水全量雨水のpHよりも低く、酸性度が強いことを示しています。

2001年6月5日には初期雨水でpH2.98の強い酸性雨が記録されたそうです(火山噴火の影響と考えられる)。

〔参考)各種液体のpHは[レモン汁2.0～3.0、食酢2.4～3.0、ビール4.0～4.5、醤油4.5～4.9、牛乳6.4～7.2、海水8.0～8.4]であり、pHだけでみると雨水はビールや醤油のpHと同程度と言えます。〕

1995年以降の雨水のpH(1か月平均値)の推移グラフ:横浜市磯子区内にて測定



横浜市環境創造局環境科学研究所の発表資料

注) 初期 1mm とは雨の降り始め 1mm 目、降水全量とは降り始めから終わりまでのことを示します。茶色の線は酸性雨の厳密な基準である pH5.6 の基準線です。

2. 初期雨水の汚れ

雨水利用の際、初期雨水は屋根からの汚れの持込みが多いだけでなく、上記のように酸性度も強いいため、初期雨水1mm程度はブロー(捨て水)を行うことが推奨されます。

[雨水の水質]

国土技術政策総合研究所では雨水集水実験用の上屋を設置して、初期雨水0.5mmとそれを除外した降水全量の水質を調査しました。その結果は下記の通りで、特にSSは濃度比が 40:1 と大差になっており、利用目的にもよりますが初期雨水のブローの有効性が確認できます。

茨城県霞ヶ浦市内(平成7年～10年) : 国土技術政策総合研究所発表

項目	単位	初期雨水 0.5mm			初期雨水排除後の雨水		
		平均値	最大値	データ数	平均値	最大値	データ数
濁度	度	4	18	38	1	4	38
色度	度	7	28	38	3	7	38
SS	mg/L	182	713	38	4.5	12.4	27
CODCr	mg/L	5.5	10.7	29	4.5	12.4	27
TOC	mg/L	2.6	8.0	29	2.2	6.5	27
T-N	mg/L	2.0	7.8	18	0.98	1.71	18
T-P	mg/L	0.40	1.34	18	0.10	0.40	18

3. 雨水利用に関する留意点

1) 集水雨水の水位検知方法

集水雨水の水位検知を電極棒で行う場合、導電率EC(電気の流れ易さの指標)に注意が必要です。導電率が低いと水位を検知できず、ポンプ類の誤作動が発生する可能性があります。

計測器メーカーのオムロンでは一般仕様の電極棒式水位検知器を使用する場合、導電率の目安として3mS/m以上必要としています。雨水の導電率は下表のように、23年度愛知県内4市平均で1.79mS/mと発表されており、オムロンが推奨している3mS/mを下回っているため、高感度仕様品の利用やフロートスイッチの採用も考慮しなければなりません。(注記：1mS/m=10μS/cm)

年間降水量とpH及びECの値(H23年度 愛知県発表 県内各所データ)

項目	単位	津島	半田	岡崎	豊橋	全県平均
降水量	mm/年	2079.4	1920.6	1818.0	1756.8	
pH	-	4.59	4.38	4.84	4.97	4.65
EC	mS/m	1.76	3.06	1.23	1.41	1.79

水の種類と導電率EC(オムロンHPより)

種類	導電率(mS/m)
水道水	10~20
井戸水	20~50
川水	7~20
雨水	4~7

(オムロンのHPではμS/cmで表記されています)

2) 雨水pHの地域差とアルカリ剤の必要性

雨水のpHは全国平均及び愛知県内4市平均でも4.7前後と発表されていますが、同じ地域であっても建物の立地条件(幹線道路の有無、住宅地・工場地域の違い、緑地帯の大小)など周辺環境によって雨水のpHにも差が出るようです。

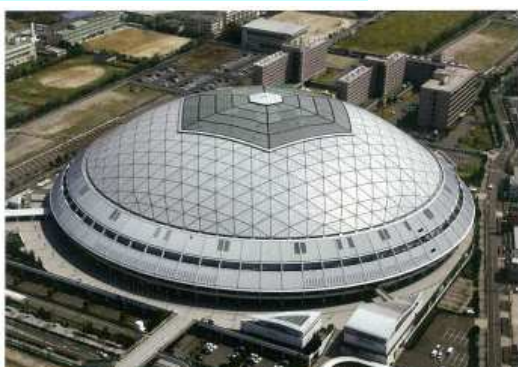
気象情報会社のウエザーニューズが2012年に調査した雨水pHの全国平均値は5.79と発表されており、環境省・愛知県発表の4.7に比べるとかなり高い値になっていますが、この要因(測定条件の違い)については明らかではありません。

また、初期ブローの有無やその方法、屋根材・貯留槽の材質等によっても集水された雨水のpHに差が生じます。弊社納入実績におきましても、貯留後の雨水pHが6台で推移しているケースもあり、集水された雨水がすべて酸性でアルカリ剤の添加が必要不可欠とは限りませんが、雨水利用においてpH調整は留意すべき事項であると言えます。

3) 屋根雨水に含まれるアンモニア

雨水にアンモニアが含まれていると、これが滅菌剤の次亜塩素酸ソーダと結合するため、その添加量をより多くする必要があります。大気から雨水に取り込まれるアンモニア性窒素は、一般的に1mg/L以下とされています。しかし、野鳥が多い地区では屋根に付着した排泄物が主要原因と思われるアンモニア性窒素が多く検出(2013年6月に刈谷市内某所の集水雨水で8mg/L検出:弊社分析)されることがあり、初期ブローを増やすなどの対応が必要となる場合があります。

4. 雨水利用の実績(ナゴヤドーム)



ナゴヤドーム全景

弊社では、雨水利用を含め、水処理全般について最適な処理システムを提案させていただきますので、お気軽にお問合せ下さい。

