

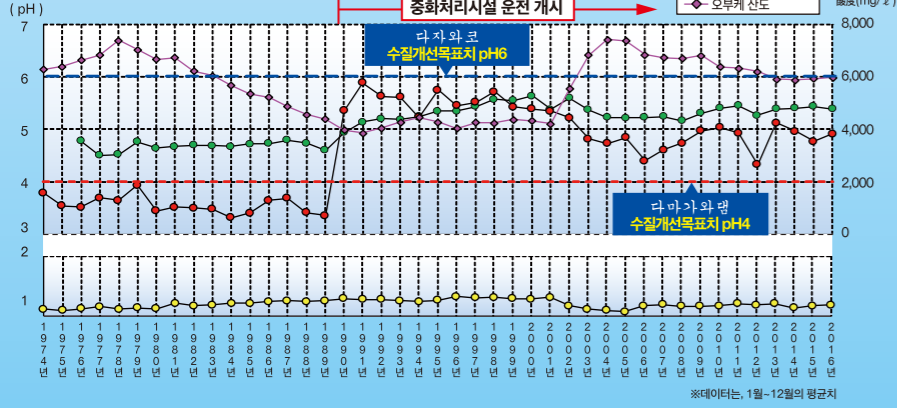
중화처리의 효과

1989년 10월부터 시작한 중화처리시설의 가동에 의해, 다마가와와 수질은 크게 개선되었습니다. 다마가와 댐 호수(호센코)에서는, 중성의 하천에 서식하는 수생생물이 늘어나면서 이들을 먹이로 삼는 물고기의 수량 종류가 증가하고 하류유역에서는 기생개구리 등의 청류에 서식하는 종류도 보이고 있습니다. 또한 토양의 산성화의 완화, 수질개선에 따른 쌀의 증산 등의 생계에서 큰 효과를 주고 있습니다.

활발기에 들어간 다마가와 온천

2002년부터 다마가와 온천의 온천 활동이 활발해졌기 때문에, 중화처리시설에서 석회석의 투입량을 늘리는 등의 노력을 하고 있는데 첫시기보다 pH가 저하되었습니다. 그러나 중화처리 개시 전과 비교하면, 다마가와와의 pH는 높은 상태를 유지하고 있으며 다마가와댐 및 진다이댐은 수질개선 목표치를 농업용수의 취수지점인 다마가와 토슈코에서 농업용수의 기준을 충족시키고 있습니다.

오부케, 다마가와댐지역,다자와코의 pH의 추이



중화 처리에 의해, 하류 지역에서는 다양한 효과를 보고 있습니다.

- 농업 용수에 적합한 수질로 쌀 수확이 늘었다.
- 하류 유역 토양의 산성화가 완화했다.
- 댐과 발전소 등의 하천 구조물의 산해가 줄었다.
- 다마가와 다자와코에 물고기나 식물이 서식할 수 있게 됐다.

다마가와 산성수 대책 다마가와 중화처리개요



다마가와와 오우산맥의 야케야마, 고마가타케, 뉴토산 등에서 나온 물이 모여서 다자와코의 남쪽에서 오보나강을 거쳐 히노키나강에 합류한 뒤, 오마가리 북부의 오모노강에 합류합니다.

그 상류인 시부쿠로강의 원류구역에는 염산을 많이 포함한 다마가와 온천이 용출되고 있고, 산성의 다마가와와 오랫동안 하류농민들을 고통스럽게 했습니다. 다마가와와의 산성수는, 쌀수확의 20~30% 감소를 초래했고 80Km 하류에 있는 면적 2,500ha의 논에게 피해를 주었다고 합니다. 더구나 농업은 물론이고 생활용수에도 맞지 않아서 발전구조물과 하천구조물에도 피해를 주는 등 강가에 사는 주민들에게 이 다마가와와의 수질 개선은 오랜 비원이 되었습니다.

나라에서는 이의 대책의 경위를 토대로 국토교통성(옛 건설성)이 실시하고 있는 다마가와 댐사업의 일환으로 산성수 중화처리시설을 건설하고 대책을 강구하고 있습니다.



일본유수의 강산성천 "다마가와 온천"

다마가와 온천의 특징

다마가와 온천은, 크고작은 여러 용출구가 있지만 그 중에 "오부케"라고 불리는 용출구에서 97°C의 온천이 매분 5,000~15,000ℓ 분출되고 있습니다.

화산성의 산성천에는 염산을 많이 포함한 것과 황산을 많이 포함한 것이 있으며, 그 차이는 화산가스나 지하수와 접촉되는 장소에 의한 것으로 추측되어집니다. 즉, 지하 깊은 곳에서 지하수와 접촉하면 물에 녹기 쉬운 염산은 지표에 도달하기 전에 제거되지만 지표에 가까운 곳에서 지하수와 접촉하면 염산을 많이 포함한 상태의 온천이 됩니다. 다마가와 온천은 후자이고, 세계적으로도 보기 드문 염산을 많이 포함한 온천입니다.

또한 일반 담수는 각각 0.3mg/ℓ, 0.5mg/ℓ 정도밖에 포함되어있지 않은 알루미늄과 철을 다량으로 포함하고 있는 것도 특징입니다.

이 다마가와 온천은, 의학효능도 높다고 알려졌으며 전국에서 많은 탕치객들이 찾고 있습니다.



다마가와 온천 "오부케"

다마가와 온천의 수질변동

화산성 산성천인 다마가와 온천은, 화산활동의 영향을 받아 수질이 변했습니다. 요인은 밝혀지지 않았지만 산도에 주목하면 다마가와 온천 근처에 있는 야케야마가 폭발하고 나서 몇 년 뒤에 산도가 상승한 모습을 보아, 무언가의 연관이 있는것으로 추측됩니다.

1989년부터 2001년 동안 온천활동도 진정되고 있었지만, 이후 활성화되어 2004년에는 산도가 과거 최대치가 되었습니다. 최근에는 안정화되는 경향입니다.

다마가와 온천의 수질

	pH	산도 (g/AX)	합산이온 (Ca ²⁺)	염산이온 (Cl ⁻)	황산이온 (SO ₄ ²⁻)	철 (T-Fe)	알루미늄 (Al ³⁺)
중화처리시설 가동이전	1.2	6,010	102	2,958	1,972	121	120
온천활동 안정기 (1989년 10월 - 2002년 3월의 평균치)	1.2	4,331	98	2,576	983	67	88
온천활동 활발기 (2002년 4월 - 2007년 3월의 평균치)	1.1	6,811	175	4,025	1,558	180	247
온천활동 근10주년 (2007년 4월 - 2017년 3월의 평균치)	1.2	6,289	132	3,505	1,570	133	209



다마가와댐관리소

국토교통성동북지방정비국

〒014-1205 아키타현 센보쿠시 다자와코 다마가와 아사시모미즈나시92
TEL 0187-49-2170 (대표) · FAX 0187-49-2166
URL http://www.thr.mlit.go.jp/tamagawa/
E-mail thr-tamagawa01@mlit.go.jp

산성

- 신맛이 난다
- 푸른색 리트머스지 빨갱게 바꾼다

알칼리성

- 미끌거리고 쓴맛이 난다
- 붉은색 리트머스지를 파랗게 바꾼다

산도란?

산도는 수중에 포함된 염산, 황산 등의 산분을 이에 대항하는 탄산칼슘(CaCO₃)의 농도로 나타내는 것으로 산도가 클수록 산성이 강해집니다. 통상의 하천의 산도는, 약 10mg/ℓ입니다. 다마가와 온천의 산도는, 2004년에 7,500mg/ℓ로 일본최고치입니다.

pH란?

pH는 산성, 알칼리성의 수용액의 성질을 나타내는 지표이며 순수 pH를 7(중성)으로, 이보다 작은 수치일수록 산성이 강하고, 반대로 클수록 알칼리성이 강하다는 것이 됩니다. 다마가와 온천의 pH는 pH1.2로 매우 산성이 강하고, 배터리액과 사람의 위액과 거의 같은 산성도입니다.



다마가와 산성수 대책의 역사

다마가와 산성수 대책은, 오늘에 이르기까지 다양한 방법이 시도되어 왔습니다. 1841년 가쿠노다테의 다구치 고에몬이 물유입 방지 공사에 임한 것이 대책의 시작이었습니다.

1939년에는 다마가와와 물을 다자와코에 도입하면 희석되는 방법과 아울러 지하용투법에 따른 대책이 실시되었습니다(다마가와 하수의 다자와코 투입은 1940년). 이 방법에 의해, 당초에는 일정한 효과를 거두었지만 호수의 산성화로 여기에서 서식했던 쿠니마스도 사라졌습니다.

그 때문에 1972년도부터 아키타현에서는 석회석에 산성물을 뿌려 중화시키는 간이석회중화법에 따른 대책을 실시했습니다. 그러나 충분한 중화처리효과를 얻을 수 없었습니다.

그 후, 국가에서는 국토교통성이 실시하던 다마가와 댐사업의 일환으로 본격적으로 산성수 극복에 나서기로 하였습니다. 1989년 10월, 다마가와 산성수 중화처리시설의 운전 개시로 인해 수질이 비약적으로 개선되고 지역 발전에 큰 효과를 올리고 있습니다.

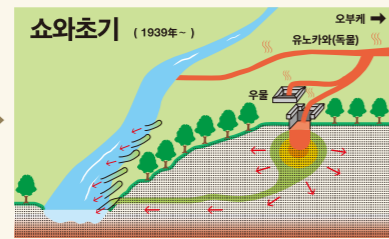


■대책의 역사



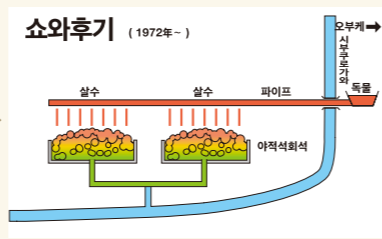
①독물 배제공사

옛날에는 내린 비는 땅속으로 들어가 분천에서 산성수(독물)로 나온다고 여겼기 때문에 지표에 내린 비가 땅속에 들어가지 못하도록 수로를 만들었습니다.



②지하용투법

우물을 파서 산성물을 침투시켜 땅속에서 점토와 암석류를 물과 접촉하는 것으로 화학적으로 중화시키려는 방법입니다. 독이 없어진 물이 지하수가 되어 시부쿠로강(다마가와에 흐르는 강)으로 방출되었습니다. 따라서 다자와코 도입도 시작되었습니다.



③간이석회 중화법

여러 연구와 조사의 결과, 석회석은 산성물과 접촉하면 그 산성이 약해지는 효과가 있는 것으로 밝혀졌습니다. 거기서, 산성물을 파이프를 이용해 야외에 쌓여진 석회석에 살수해서 중화시키고 시부쿠로강에 방류하는 방법을 실시했습니다.

중화 처리 시설의 발자취

- 1968년 유자와 공사사무소, 산성수 조사개시
- 1969년 다마가와 독물제거대책추진위원회설립
- 1972년 아키타현의 간이석회석 중화개시
- 1973년 4월 다마가와 댐조사사무소 출범
- 1973년 4월 다마가와 수질오염대책 각성청연락회의 (5성청회의)의 출범
- 1975년 4월 다마가와댐 공사사무소의 명칭변경
- 1975년 10월 다마가와댐 공사사무소에 의한 조사개시
- 1978년 1월 다마가와 독물대책 기술검토위원회 설립
- 1978년 1월 다마가와 독물대책 기술검토위원회의 답신이 다음
- 다마가와 산성물중화처리를 위한 현지실험 실시
- 1987년 다마가와 산성물중화처리시설의 건설 착공
- 1988년 3월 다마가와 산성물중화처리시설의 시험운전 개시
- 1989년 10월 정식운전 개시
- 1991년 4월

신비한 호수 다자와코

보랏빛을 띤 남색인 이유

강산성의 온천수에는 암석에서 녹아 내린 철과 알루미늄이 다량으로 함유되어 있습니다. 이들은 온천수가 강의 흐름에 따라 희석되어 산성도가 약해지면 녹지 않게 됩니다. 그리고 철이 먼저 침전되어서 다마가와댐 상류에서는 바닥이 적갈색으로 되어 있습니다. 그 후 알루미늄이 녹지 않는 상태로 되지만, 입자가 작아 좀처럼 가라앉지 않습니다. 다자와코가 예쁜 보랏빛을 띤 남색으로 빛나는 것은 이 입자가 파장이 짧은 파란 빛만을 반사하기 때문입니다.



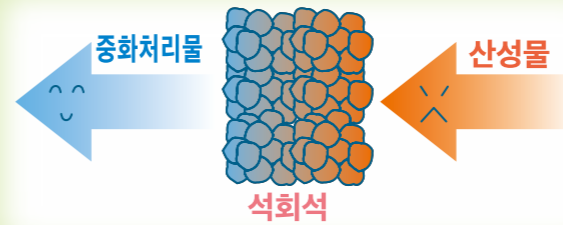
입상석회 중화방식

중화처리시설에서 실행되어지는 중화방식은 "입상석회 중화방식"이라 말하며, 입상의 석회석이 대량으로 쌓인 중화반응조에 다마가와 온천의 산성물을 유입해 중화시키는 방법입니다.

이로써 예전에는 직접 시부쿠로강(다마가와에 흐르는 강)으로 유출되고 있던 다마가와 온천의 약 95%를 중화처리를 할 수 있으며, 오부케에는 pH1.1~1.3정도의 산성물을 pH3.5이상을 목표로 약화시켜서 방류하고 있습니다. 처리수는 흘러 보내는 과정에 태수와 섞입니다. 그 결과, 농업용수의 취수지점인 다마가와 토슈코에서는 중화처리시설이 정식 운영을 시작한 1991년이후 pH6.5정도가 되고 농업용수기준인 pH6.0이상으로 되어있습니다. 이 시설에서 석회석의 하루 사용량은 현재 약 40t입니다.

산성을 약화시키는 석회석의 작용

석회석은 산성물과 접촉하면 그 산성을 약화시키는 성질을 가지고 있어서, 이것을 이용해 탱크 속에서 접촉 반응을 시키고 있습니다.



1ℓ의 pH1.3의 물을 pH3.5로 만드려면? (중화처리시설에서 처리되는 산성도)

석회석을 통과하면 물만으로 희석시키면

불과 3g의 석회석으로 OK! 확보하기가 쉽고, 보존 용기도 적당한 크기이기 때문입니다.

1ℓ의 페트병 200개 필요합니다! 필요한 양의 물을 확보하기가 어렵고 현실적으로 무리입니다.

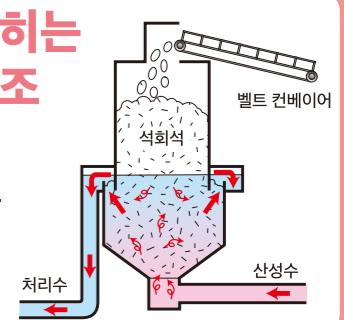
■중화처리시설 제원

처리대상	오부케 용출수
처리율	95% (온천여관의 사용량 (약5%)를 빼고 전체처리)
반응조형상	원뿔형 탱크
석회석 입자 크기	5~20 (mm)
석회석 최대 소비량	55 (t/일)
회석원수 농도 (적정 농도)	8.4A×4,000 (mg/ℓ)
체류 시간	약 5분
최대회석원수량(온천수+탁수)	0.31 (m³/s)
최대 취수량 (온천 취수량)	0.19 (m³/s)
최대회석수량 (탁수 취수량)	0.12 (m³/s)
탱크 수	6조(최대 5조 운전, 예비탱크 1조)
탱크 1당 처리 물량	3.72m³/min/1조

출처 : 다마가와 산성수중화처리시설공사지, 건설성 동북지방 건설국 다마가와댐 공사사무소 1991년 3월

처리속도를 높이는 원뿔형 반응조

중화반응조에는 상부가 원통형, 하부가 원추형의 원뿔형 반응 장치를 사용하고 있습니다. 이 타입의 반응조에서는 원뿔부의 유속이 빨라지고 교반 효과가 작용하기 때문에 접촉 반응이 양호합니다.



중화처리의 흐름

①석회석 저장창고

석회석은 산성수와 반응하면 용해되기 때문에, 석회석 저장창고에서 벨트 컨베이어를 통해 수시로 보급됩니다.



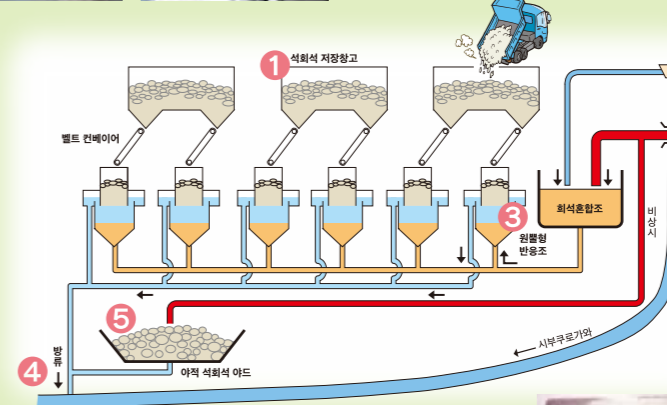
②취수·도수

오부케의 용출구부터 중화처리시설까지 취수·도수합니다. ※취수부터 처리수 방류까지는 자연 낙차를 이용하고 있습니다.



⑤야적 석회석 야드

비상시에는 산성수를 야적 석회석 야드에 직접 물을 통과시키고, 석회석과 반응시켜서 중화 처리를 한 뒤 방류합니다.



④시부쿠로강으로 방류

pH3.5이상을 목표로 중화처리된 물은 시부쿠로강(다마가와에 흐르는 강)으로 방류됩니다.



③원뿔형 반응조

산성물을 중화처리조의 하부에 넣어서 원뿔형 반응조의 석회석(지름 5~20mm)와 접촉반응합니다.

