

**Geochemische Untersuchungen der Vulkane in Japan. XVIII.  
Dichtemessungen des durch Kondensation von Fumarolendampf  
erhaltenen Wassers.**

Von Shinya OANA.

(Eingegangen am 25. Mai 1939.)

In der IX. Mitteilung<sup>(1)</sup> von geochemischen Untersuchungen der japanischen Vulkane haben Y. Shibata, K. Noguchi und S. Kaneko die Ergebnisse der Dichtemessungen von zahlreichen natürlichen Wässern in Asama-Gegend berichtet. Diese Arbeit wurde, wie in dieser Mitteilung betont, unter einer Voraussetzung ausgeführt, dass die Moleküle des juvenilen Wassers reichlichere Menge der leichteren Wasserstoff- sowie Sauerstoffisotopen enthalten als die des vadosen Wassers; und die Resultate dieser Untersuchung wurden zwar in dem Sinne erreicht, dass die oben erwähnte Voraussetzung wohl gestützt ist.

Kurz nach der Veröffentlichung dieser Arbeit hat einer der oben genannten Autoren (Kaneko) die Dichte einer durch Kondensation des

---

(1) Dieses Bulletin, 14 (1939), 274. Die früheren Mitteilungen (I~XVII) sind in J. chem. Soc. Japan auf Japanisch publiziert.

Fumarolendampfes von einem Vulkan "Yakeyama"\* in Yetigo-Provinz erhaltenen Wasserprobe gemessen.<sup>(2)</sup> Der berechnete Dichteunterschied zwischen diesem Wasser und dem Leitungswasser von der Stadt Tokyo betrug  $+2.0 \gamma$ , d.h. dieses magmatisch zu betrachtende Wasser aus der Fumarole war gegen die Shibatasche Hypothese etwas schwerer als das Leitungswasser (typisch vadoses Wasser). Dieses unerwartete Resultat musste damals etwas zweifelhaft angenommen werden, weil dies das einzige Beispiel vom Wasser aus der Fumarole darstellte.

Nun habe ich jetzt die gleichartige Untersuchung über die Wasserproben, die aus den Fumarolen vom Vulkan "Yakedake"\*\*\* in Sinano-Provinz und von "Iōyama" in der Therme-Gegend von Hakone in Sagami-Provinz durch Kondensation eigenhändig gesammelt wurden, ausgeführt. Überraschenderweise zeigten sich alle diese Wasserproben, ausgenommen nur eine, immer deutlich schwerer als das städtische Leitungswasser.

Ich habe alsdann die weiteren Dichtemessungen von verschiedenen Thermal- und Mineralwässern aus der Umgegend vom Vulkan "Yakedake" bewerkstelligt, um zu bestätigen, ob die an Wasser aus Fumarolendampf beobachtete anomale Erscheinung auch bei solchen Wasserarten wieder wahrzunehmen sei. Aber die letztere wiegen fast ausnahmslos leichter als das Leitungswasser, genau sowie die experimentellen Ergebnisse, die von Shibata, Noguchi und Kaneko bei den natürlichen Wässern von Asama-Gegend erhalten wurden. Konstatiert wurde also durch meine diesmalige Arbeit die Tatsache, dass das Wasser aus Fumarolendampf in der Regel schwerer ist als das vadoses Wasser, während Thermal- und Mineralwasser gegenteils immer leichter wiegen als das letztere.

Die Frage wird unten wieder weitgehend diskutiert werden.

**Beschreibung der Versuche.** *Dichtemessung.* Der Dichteunterschied zwischen natürlichem Wasser und dem Leitungswasser von der Stadt Tokyo ist gleicherweise wie derjenige, der von Shibata, Noguchi und Kaneko gearbeitet wurde, nach der Schwimmermethode ermittelt. Nur sei es erwähnt, dass die Fehlergrenze durch die Verbesserung hauptsächlich des Temperaturregulators im Thermostat bis zu  $\pm 0.1 \gamma$  erniedrigt werden konnte.

*Kondensieren der Fumarolendämpfe.* Man deckt das Mundloch der Fumarole mit einem Glastrichter, der mit etwa 10 m. langer Glasröhre in Verbindung steht. Am Ende dieser Röhre ist mit einer Reihe von einigen Glasflaschen versehen, um die Dämpfe völlig darin kondensieren zu lassen. In Sommerzeit muss man wenigstens die am Ende stehende Flasche mit dem Kältegemisch aus fester Kohlensäure und Alkohol und andere mit Wasser gut abkühlen, aber im Winter genügt die Wasserkühlung. Das so gewonnene Wasser wurde vorsichtig durch mehrmalige Destillationen gereinigt,<sup>(3)</sup> bis die spezifische Leitfähigkeit von der Wasserprobe einen Wert von  $3 - 5 \times 10^{-7}$  Mho. erreicht. Die gewonnenen Resultate sind in Tabelle 1 angegeben.

---

(2) Nicht publiziert.

\* Ein ruhender Vulkan (Ruhig seit dem letzten Ausbruch in 1852).

\*\* Ein tätiger Vulkan (Die bedeutenden Ausbrüche fanden in 1909, 1911, 1915 und 1925 statt).

(3) Der Reinigungsprozess ist dasselbe wie die Arbeit von Shibata, Noguchi und Kaneko. Vergl. IX. Mittl.

Tabelle 1. Dichteunterschied zwischen den natürlichen Wässern und dem Leitungswasser von der Stadt Tokyo.

Ort	Art	Datum	Temperatur (°C)	pH	Dichteunterschied
1. Yakedake (A)	Fumarolendampf	2. Aug. 1938	170	2.2	+5.4 $\gamma$
2. Yakedake (B)	„	6. Aug. 1938	210	2.3	+5.1 $\gamma$
3. Yakedake (D)	„	„	91	5.8	+1.4 $\gamma$
4. Yakedake (C)	„	„	80.2	5.8	-2.7 $\gamma$
5. Iōyama	„	27. Nov. 1938	85.0	5.9	+1.9 $\gamma$
6. Therme-Kamikōti	Thermalwasser	22. Juli 1937	51.0	7.3	-2.0 $\gamma$
7. Therme Nakanoyu	„	25. Juli 1937	50.0	6.5	-1.5 $\gamma$
8. Therme-Bokudenburo	„	22. Juli 1937	48.2	6.4	-2.4 $\gamma$
9. Therme-Hotaka (untere)	„	3. Aug. 1938	63.6	6.2	-2.7 $\gamma$
10. Therme-Hotaka (obere)	„	„	53.8	6.3	-2.0 $\gamma$
11. Therme Yarimi	„	„	47.0	6.3	-1.4 $\gamma$
12. Gamadagawa bei Therme-Hotaka	Flusswasser	„	11.5	6.5	-1.3 $\gamma$
13. Gamadagawa bei Therme-Yarimi	„	„	14.0	6.6	-1.9 $\gamma$
14. Therme-Hirayu (obere)	Thermalwasser	5. Aug. 1938	81.5	6.7	-1.2 $\gamma$
15. Therme-Hirayu (untere)	„	4. Aug. 1938	69.0	6.3	-2.2 $\gamma$
16. Ippōsui	Kohlensäurehaltiges Mineralwasser	„	22.0	5.6	-0.9 $\gamma$
17. Wasser von dem kleinen Bach bei Ipposui	„	„	14.7	6.8	-1.3 $\gamma$

Diese Orte sind in Abb. 1. gezeigt.

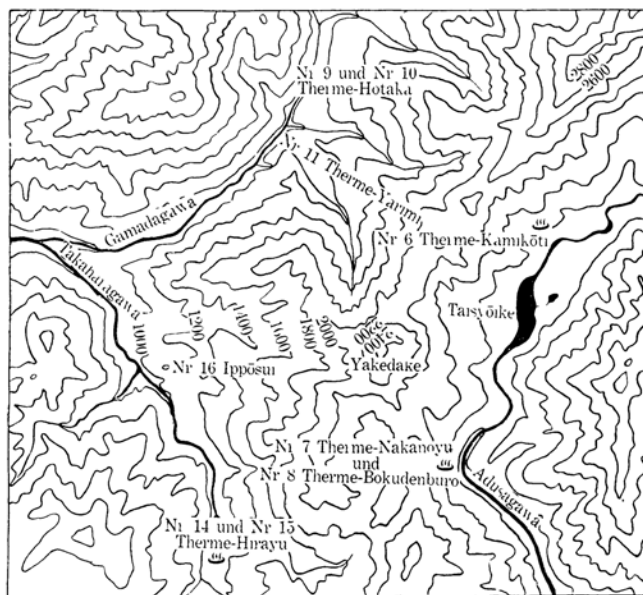


Abb. 1. Yakedake und seine Umgebung.

- (1) Obere und untere Therme-Hotaka sind voneinander etwa 50 m. entfernt.
- (2) Obere und untere Hirayu sind voneinander etwa 150 m. entfernt.
- (3) Bokudenburo steht in der Nähe von Nakanoyu etwa 40 m. entfernt.

**Diskussion der Ergebnisse.** Woran liegt denn die Ursache, dass das durch Kondensation von Fumarolendampf erhaltene Wasser immer schwerer ist als das vadoses Wasser? Die Antwort dafür ist keineswegs einfach und man möge vielleicht darüber verschieden bedenken. Vor allem aber ist es sehr wahrscheinlich, dass die schweren Wassermoleküle in Fumarolendämpfen meistens von  $\text{H}_2\text{O}^{18}$  bestehen, weil die Konzentrierung von den Deuterium haltenden Molekülen in natürlichem Wasser wenig denkbar ist.

Dann könnte man im wesentlichen die folgenden zwei Prozesse als die Ursache aufnehmen: (1) Die Austauschreaktion zwischen  $\text{O}^{16}$  in Wassermoleküle und  $\text{O}^{18}$  in Luftsauerstoff unter katalytischer Wirkung von der Oberfläche der Gesteinen bei der Temperatur von Fumarole, und (2) die Isotopentrennung durch die natürlichen langjährigen Destillation von magmatischem Wasser.

Die Beurteilung von diesen beiden Gedanken würde zu gewissem Grade durch Experiment gelangt und zwar bin ich in der Absicht zuerst die Versuche über Austauschreaktion auszuführen, indem die experimentellen Bedingungen möglichst die Natur nachahmend gewählt werden.

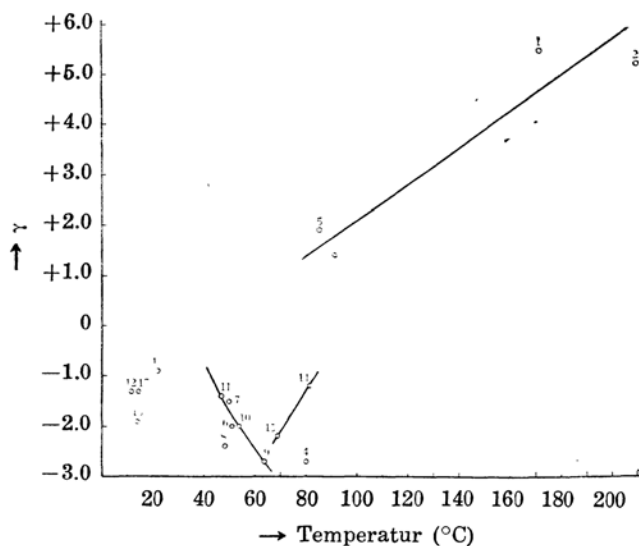


Abb. 2. Beziehung zwischen der Temperatur und dem Dichteunterschied des Wassers.

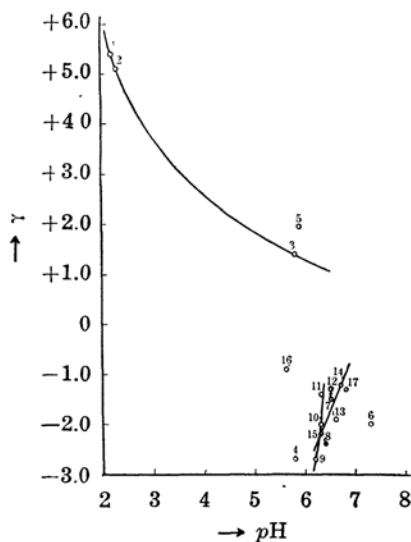


Abb. 3. Beziehung zwischen dem pH-Wert und dem Dichteunterschied des Wassers.

Nunmehr habe ich die oberen Ergebnisse graphisch dargestellt, wobei der Dichteunterschied des Wassers ( $D_{\text{Nat.}} - D_{\text{Leit.}}$ ) auf die Ordinaten und Wasser- oder Dampftemperatur und pH-Wert auf die Abszisse angesetzt. Wie man in Abb. 2 und 3 ersieht, wiegen die Wässer aus Fumarolendämpfen desto schwerer, je höher die Temperatur sind und je saurer sie reagieren, ausgenommen die Wasserprobe (C) von Yakedake-Fumarole. Diese letztere ist leichter als das Leitungswasser und zeigt sich etwas abweichend von den anderen in ihrem Charakter; nämlich enthält sie weder Schwefelwasserstoff, schweflige Säure noch Chlorywasserstoff und

ihre Temperatur ist verhältnismässig niedrig, und deshalb würde sie vielmehr in die heisse Quelle klassifiziert werden, während die Wasserproben Nrr. 1, 2, 3 und 5 immer  $\text{SO}_2$ -,  $\text{H}_2\text{S}$ - und  $\text{HCl}$ -haltig sind und ziemlich stark sauer reagierend.

Die oben genannten Beziehungen bei anderen Wasserarten wie Thermal- und Mineralwasser sind wenig regelmässig, weil solches Wasser mehr oder weniger von Niederschlägen beeinflusst wird. Aber wenn man darunter die miteinander in näherem Verhältnis stehenden aufnimmt, so findet man hier wieder eine Regel. So zum Beispiel sind die Thermalwässer Nrr. 9, 10 und 11, die entlang den Gamada-Fluss (Siehe Abb. 1) sprudeln, umso leichter, je höher ihre Temperatur und je stärker ihre Säurereaktion sind.

Diese Arbeit wird weiter über den Fumarolenwässern von verschiedenen Örtlichkeiten fortgesetzt werden.

Es sei mir gestattet, Herrn Prof. Yuju Shibata und Herrn Prof. Kenjiro Kimura für ihre freundliche Anleitung und Ratschläge, und der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaft für ihre finanzielle Unterstützung bei der Ausführung dieser Arbeit meinen herzlichen Dank auszusprechen.

*Anorganisch-chemisches Laboratorium,  
Naturwissenschaftliche Fakultät,  
Kaiserliche Universität zu Tokyo.*

---