

## ISOTOPENZUSAMMENSETZUNG DES REGEN- UND SCHNEEWASSERS.\*

Von **Masao HARADA** und **Toshizo TITANI**.

Eingegangen am 15. April, 1935. Ausgegeben am 28. Juli, 1935.

Während des Versuchs über den Deuterium-Gehalt von Wasserproben in verschiedenen natürlichen Vorkommen durch die Messungen ihrer spezifischen Gewichte, fanden wir zufällig kleine aber untrügliche Schwankungen in der Dichte des Regenwassers.

Das Osaka-Regenwasser wurde zunächst von Stäubchen abfiltriert und dann sorgfältig in derselben Weise wie früher<sup>(1)</sup> gereinigt. Das spezifische Gewicht bei 8°C. der so gereinigten Proben verglichen wir

---

\* Kürzlich vorläufig mitgeteilt, dies Bulletin, **10** (1935), 206.

(1) T. Titani und M. Harada, dies Bulletin, **10** (1935), 261.

mit dem Osaka-Leitungswasser durch die Schwebemethode mittels eines Quarzschwimmers. Der Schwimmer war schon ein Jahr lang im Gebrauch und sein Volumen war fast konstant geworden. Die Messgenauigkeit dürfte mindestens  $\pm 0.2$  pro Million sein. Die Schwankungen in der Dichte des Regenwassers lagen sicherlich ausserhalb der Fehlergrenze. Bemerkenswert war dabei, dass die Schwankungen der Dichte stark von den Bedingungen, unter denen die Probe gesammelt wurde, abhängen. Einige Beispiele der Messungen sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1. Überschuss im sp. Gewicht des Regenwassers  
gegen Osaka-Leitungswasser.

Probennr.	$\Delta s$	Bemerkungen
1	+1.2 γ	Am Anfang eines Regenfalls gesammelt
2	-0.8 γ	Gegen Ende eines anderen Regenfalls gesammelt
3	+1.6 γ	Anfangsmenge eines Regens
4	-1.3 γ	Mittlere Menge desselben Regens wie Nr. 3
5	-1.9 γ	Letztere Menge desselben Regens wie Nr. 3 und 4

Die Probe Nr. 1, die am Anfang eines Regenfalls angesammelt wurde, erwies sich etwas schwerer als das Standardwasser. Dagegen war die Probe Nr. 2, die gegen Ende eines anderen Regenfalls aufgefangen wurde, klein bisschen leichter. Diese Verhältniss kann man bei den Proben von Nr. 3 bis 5 noch klarer sehen.

Diese drei Proben von Nr. 3 bis 5 kamen von einem einmaligen Regenfall her. Um diese Proben aufzufangen, stellten wir einen grossen Glastrichter auf, dessen weitere Öffnung, die 30 cm. l. W. besass, nach oben gerichtet war. Das Regenwasser, das auf diesen Trichter fiel, floss in ein Becherglas, das sich dicht unter dem Trichter befand, zusammen. Während desselben Regens wechselten wir das Becherglas dreimal nacheinander und auf diese Weise sammelten wir das gesamte Wasser gesondert in drei Mengen. Die Anfangsmenge, die in der Tabelle 1 mit Nr. 3 bezeichnet ist, wurde vom Anfang (ca. 10 Uhr) bis 11 Uhr angesammelt und betrug 340 c.c. Die mittlere Menge, d.h. die Probe Nr. 4, bestand aus dem Wasser, das von 12 bis 18 Uhr aufgefangen wurde und betrug 1180 c.c. Das Volumen der Endmenge, die Probe Nr. 5, die von

18 Uhr bis zum Ende des Regenfalls (ca. 19½ Uhr) angesammelt wurde, wog 80 c.c. Diese drei Proben wurden separat gereinigt und deren spezifische Gewichte mit dem Standardwasser verglichen.

Die Anfangsmenge Nr. 3 erwies sich um  $1.6\gamma$  schwerer, dagegen die Endmenge Nr. 5 um  $1.9\gamma$  leichter als das Standardwasser. Das spezifische Gewicht der mittleren Menge war zwischen den beiden oben genannten, aber noch um  $1.3\gamma$  leichter als das Standardwasser. Aus diesem Resultat kann man ziemlich sicher schliessen, dass das Regenwasser am Anfang des Regenfalls spezifisch schwerer als gewöhnliches Wasser ist, aber gegen Ende allmählich leichter wird. Es liegt nun die Vermutung nahe, dass entweder die fraktionierte Kondensation bei der Tropfenbildung oder die fraktionierte Verdampfung beim Fallen des Regentropfens durch die atmosphärische Luft eine wichtige Rolle spielt.

Angeregt durch diese Ergebnissen, untersuchten wir dann das Schneewasser. Aber weil es sich in diesem Fall als ziemlich schwer erwies, die Anfangsmenge oder Endmenge, wie beim Regenwasser, separat anzusammeln, prüften wir nur einige einzelne Proben. Beim Sammeln der Proben gaben wir jedoch immer darauf acht, dass der nicht direkt den Boden berührende, sondern auf irgendeinem Gegenstand liegende Schnee angesammelt wurde, da sonst die Isotopenzusammensetzung des Schnees durch die Austauschreaktionen mit dem Bodenwasser etwas geändert werden könnte. Die Messresultate sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2. Überschuss im sp. Gewicht des Schneewassers  
gegen Osaka-Leitungswasser.

Proben-nr.	$\Delta s$	Bemerkungen
1	$-1.5\gamma$	In Osaka im letzten Winter von Dr. Yamasaki gesammelt
2	$-0.5\gamma$	In der Okayama-Provinz in diesem Winter von Herrn Gotoh gesammelt
3	$-3.3\gamma$	Wie oben
4	$-1.9\gamma$	Auf dem Rokkogebirge in diesem Winter von Dr. Okabe gesammelt

In diesem Fall sieht man schon, dass das Schneewasser fast ausnahmslos spezifisch leichter als das Standardwasser ist. Eine Erklärungsmöglichkeit für diese Ergebnisse kann man vielleicht darin finden, dass die Feuchtigkeit in der Atmosphäre sich unter der Wirkung der Gravitationskraft von unten nach oben verteilt und atmosphärischer Wasser-

dampf mit zunehmender Höhe spezifisch leichter wird. Denn es ist allgemein anerkannt, dass die Schneewolken sich sehr hoch in der Atmosphäre befinden. Wir glauben, dass ein weiterer Versuch über die vorliegende Materie besonders vom meteorologischen Gesichtspunkt verdienstvoll sein würde.

Mit der oben geschilderten Tatsache scheint die folgende Beobachtung im Zusammenhang zu stehen. Dr. Nishibori stellte uns von einer Forschungsreise nach dem Hakutosan (Weisskopfberg) an der Grenze von Korea und Mantschuko eine Probe von natürlichem Eis zur Verfügung. Es wurde aus einem Teich auf einem 2257 m. hohen Berge ange- sammelt. Solch ein Eis soll, wie Briscoe und seine Mitarbeiter<sup>(2)</sup> hindeuteten, durch die fraktionierte Krystallisation ein bisschen schwerer als gewöhnliches Wasser sein. Aber gerade das Gegenteil war der Fall mit der obengenannten Prob, weil Dr. Okabe in unserem Laboratorium fand, dass es um  $2.2\gamma$  leichter als das Normalwasser war. Diese Dis- krepanz kann man vielleicht dadurch erklären, dass der Oberflächenteil des Eises vom Teich nicht eigentlich aus dem Teichwasser ausgefroren, sondern aus dem darauf liegenden Schnee durch Zusammenschmelzen oder Sublimation entstanden ist. Diese Vermutung liegt sehr nahe, weil, wie Dr. Nishibori uns mitteilte, die Oberfläche des Teiches immer fast ganz mit reichlich Schnee bedeckt ist und es sehr schwer ist, eine freie Eisoberfläche aufzufinden.

Für die Unterstützung dieser Arbeit danken wir herzlichst Herrn Dr. Nishibori von der kaiserlichen Universität zu Kioto, der Gakujutsu-Shinkokai (der Notgemeinschaft der Japanischen Wissenschaft), sowie der Hattori-Hohkohkai (der Hattori-Stiftung).

*Physikalisch-Chemisches Laboratorium  
der Kaiserliche Universität zu Osaka  
und  
Schiomi Institut für Physikalische  
und Chemische Forschungen.*

---

(2) H. J. Emeléus, F. W. James, A. King, T. G. Pearson, R. H. Purcell und H. V. A. Briscoe, *J. Chem. Soc.*, **1934**, 1207.