

Shimobashira – Kammeis in Japan

Überblick

«*Shimobashira*» (Shimo = Reif; hashira, bashira = Säule, Pfosten, Stock), der japanische Begriff für Kammeis (schwed. und weitgehend international «Pipkrake»), ist in Japan nicht nur geomorphologischer Fachausdruck, sondern gehört dem normalen Wortschatz an. Warum?

Unterschreitet die Temperatur der Bodenoberfläche den Gefrierpunkt und bleibt die Temperatur im Boden selbst über 0° C, so kann bei *feinkörnig-porösem* und *durchfeuchtetem* Substrat Kammeis gebildet werden. In den Gebirgen der Mittelbreiten geschieht dies nicht selten und in tropischen Hochgebirgen stellt es den fast allnächtlichen Regelfall dar (C. TROLL 1944). In den Bergen Hokkaidos kann die Bildung von Shimobashira schon im Spätsommer beginnen, er stirbt jedoch bald, da durch die rasche herbstliche Abkühlung der Boden massiv gefriert (K. HORIGUCHI 1967, S. KINOSITA, G. WAKAHAMA und K. HORIGUCHI 1967). In den Gebirgen Honshus beginnt dieser Prozeß etwas später. Während Oktober und November kann man häufig Shimobashira sowohl im Gipfelniveau wie auch auf hochgelegenen Talsohlen finden, so z. B. am 29. Oktober 1972 am Shirane-San bei Nikko, wo Shimobashira am Gipfel (2578 m) und an den Hängen bis hinunter auf 1620 m ausgebildet war, was auf die großen herbstlichen Tagesamplituden der Temperatur zurückgeführt wird.

Mit fortschreitender Abkühlung und dem Absinken der Frostwechsel an der Bodenoberfläche sinkt auch der Bildungsbereich von Shimobashira und erreicht die tiefergelegenen Täler und Ebenen. An der dem Japan-Meer zugewandten Seite Zentral- und Nordhonshus (*Ura-Nippon*, Hinterseitenjapan) bringen die während den Wintermonaten aus dem nördlichen Kontinentalasien her strömenden Luftmassen, die beim Überfließen des Meeres Feuchtigkeit aufnehmen, große Schneemassen. Die Schneedecke verhindert vom Anfang des Winters an die Bildung von Shimobashira.

Anders ist es in *Omote-Nippon* (Fensterseitenjapan), dem Gegenstück Ura-Nippons an der pazifischen Seite (M. SCHWIND 1967). Auch dort bewirken die zugeführten Luftmassen eine für diese Breitenlage außergewöhnliche Abkühlung (Tokyo, 35°40' NB, Januar Mitteltemperatur 3,2° bei einer mittleren Tagesamplitude von 10,2° C); Schneefall erfolgt je-

doch im allgemeinen selten. So vollziehen sich die Frostwechsel (Tokyo hat im Mittel jährlich 46 Lufttemperatur-Frostwechseltage) meist bei schneefreiem Untergrund und dringen wegen der nur auf die Nacht beschränkten Andauer des Frostes nicht tief in den Boden ein.

Die *Kanto-Ebene*, das größte Tiefland Japans, an dessen S-Rand Tokyo liegt, ist mit Tephra, dem sogenannten «Kanto-Loam» bedeckt. Diese verwitterte spätleistocäne Vulkanasche ist stark siltig, porös und kann deshalb Feuchtigkeit gut speichern (S. KAIZUKA 1958). Von Dezember bis März sind oft – bis über die Hälfte der Anzahl der Nächte (Y. DAIGO 1947) – die für das allnächtliche Wachstum von Shimobashira bestimmenden Bedingungen gleichzeitig erfüllt (in Anlehnung an die JIYU GAKUEN SCIENCE GROUPE 1937):

- Nachtfrost (im winterlich wolkenarmen Omote-Nippon meist Ausstrahlungsfrost)
- Erwärmung während des Tages, die ein massives Gefrieren des Bodens verhindert
- fehlende isolierende Schneedecke
- feinkörniges, poröses, lockeres, feuchtes Substrat.

In den Gebieten Omote-Nippons, die nur einen kurz andauernden kältebedingten Unterbruch in der landwirtschaftlichen Produktion kennen, führen die rhythmischen Bewegungen der obersten Bodenkrupe, die durch Shimobashira ausgelöst werden, zu einer *Schädigung der heranwachsenden Weizenkulturen*, falls man sich nicht dagegen schützt (daher auch die weite Verbreitung des Begriffes Shimobashira). Shimobashira kann sich nicht entwickeln, wenn der Grund gefestigt wird (JIYU GAKUEN SCIENCE GROUPE 1937, 1940). Deshalb wird die Ackerkrume auf den Terrassen der Kanto-Ebene im November und Dezember gepreßt. Bis zum 2. Weltkrieg geschah das durch Stampfen auf den Feldern, dem sogenannten «mugi-fumi» (mündliche Mitteilung A. MIYAWAKI). Der durch die Tätigkeit von Shimobashira entstehende Frostkrümelboden kann ohne diesen Schutz durch die starken winterlichen Winde (z. B. Oroshi) leicht abgeweht werden.

In Omote-Nippon und ähnlichen winterkalten, schneearmen Klimagebieten der Subtropen (C. TROLL 1944), z. B. in Ostchina und im Gebiet der südlichen

Appalachen («mush frost»), kommt der Kammeisbildung auch in Tieflagen eine morphogenetisch bedeutsame Wirkung zu.

Einige Beobachtungen sollen das konkretisieren:

Beobachtungen an Shimobashira

An einer grasbewachsenen Kuppe mit vegetationsfreien Hangpartien in Hodogaya-ku, Yokohama (70 m ü. M., Tachikawa-Loam), wurde im Januar 1973 die Bildung von Shimobashira verfolgt und während zwei Nächten der Temperaturverlauf gemessen.

Die vegetationsfreie Testfläche liegt nach NW exponiert und weist eine Neigung von 20° auf. Ein gut durchfeuchteter Frostkrümelboden (zwei vorangegangene Shimobashira-Nächte) bildete die Ausgangssituation für die Messungen vom Abend des 12. bis zum Morgen des 14. Januars 1973. Die Messungen sind in Fig. 1 aufgezeichnet. Vier Shimobashira-Phasen waren festzustellen:

1. Phase: Wachstum

Sowie die Temperatur der Bodenoberfläche bei klarem und windstillem Wetter unter 0° C sank, entstanden bis halbmillimetergroße Eiskristalle an den locker gelagerten Tephra-Partikeln. Die Temperatur der Luft in 1 m Höhe lag zu der Zeit noch bei +3° C, die Temperatur in 7 cm Tiefe, die nur am Nachmittag des 13. Januars merklich anstieg, betrug während dieser Phase in der 1. Nacht 1,1° C, in der 2. Nacht 1,2-1,9° C. Mit dem Absinken der Temperatur begann unter den Eiskörnchen die Bildung der Shimobashira-Nadeln. Zunächst entwickelten sie sich eingebettet in Tephra-Substrat und wuchsen engständig bis 10 mm Länge. Dann vergrößerten sich Büschel von Nadeln rascher und hoben den nun schon kompakt gefrorenen Krümelboden von der Unterlage ab. Dadurch wurden ca. $\frac{2}{3}$ der Initialnadeln außer Aktion gesetzt und nur passiv mit angehoben (Abb. 1). Das Wachstum in der 2. Nacht wurde anfangs verlangsamt durch das Einsetzen eines leichten N-NW-Windes, der zu einer vorübergehenden Erwärmung der bodennächsten Luftschicht führte. Der temperaturgesteuerte Wach-

tumsvorgang klang in der 1. Nacht um 1.30 Uhr, in der 2. Nacht um 1.50 Uhr aus. Am Meßplatz erreichten die Shimobashira-Nadeln in der 1. Nacht 24, in der 2. Nacht 25 mm Länge (Abb. 2).

Unweit dieser Stelle, an einer steileren und feuchteren Hangpartie in N-Exp., waren vor dem Beginn der Meßperiode stellenweise 5 cm hohe Nadeln erhalten geblieben, wenn auch ein wenig verbogen unter dem Einfluß der Schwerkraft während der Wärme des Tages (?). Unter ihnen stockte in der 1. Nacht eine neue Generation von Shimobashira, wobei die Hälfte der Nadeln mit sich verlangsamer Geschwindigkeit bis zum Morgen des 13. Januars weiter wuchsen (Abb. 3), dann jedoch im Laufe des Tages schmolzen.

2. Phase: Stagnation

Trotz weiteren Abkühlens (Minimum der Lufttemperatur in der 1. Nacht -3,0° C, in der 2. Nacht -2,2°; Minimum der Temperatur gerade über den Nadeln in der 1. Nacht -5,2°, in der 2. Nacht -4,0°) wuchsen die Nadeln nicht höher. Die abgehobenen Bodenpartikel froren fest aneinander. Die Nadeln ließen sich gegen Ende der Nacht nicht mehr einzeln ablösen. Die Phase der Stagnation wurde nicht durch die Temperatur, sondern durch mangelnde Bodenfeuchtigkeit ausgelöst. An der feuchteren N-Seite wurde diese 2. Phase ausgelassen.

3. Phase: Schmelzen

Nach Sonnenaufgang um 6.50 Uhr erwärmte sich die Luft rasch, die Bodenoberfläche zögernd. An beiden Beobachtungstagen begann um 9.30 Uhr das Schmelzen. Mit einigen feuchten Flecken im Tephra-Substrat, die sich rasch ausweiteten, wurde dieser Vorgang eingeleitet. Das Schmelzen erfolgte auf zwei Arten:

a) Die aneinandergefrorenen Bodenpartikel lösten sich voneinander, die Nadeln sanken büschelweise um und zerflossen rasch.

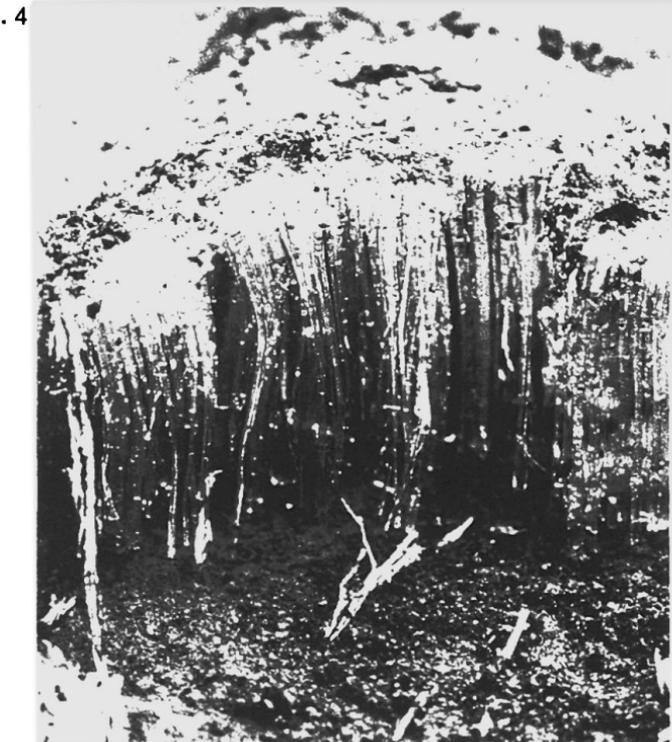
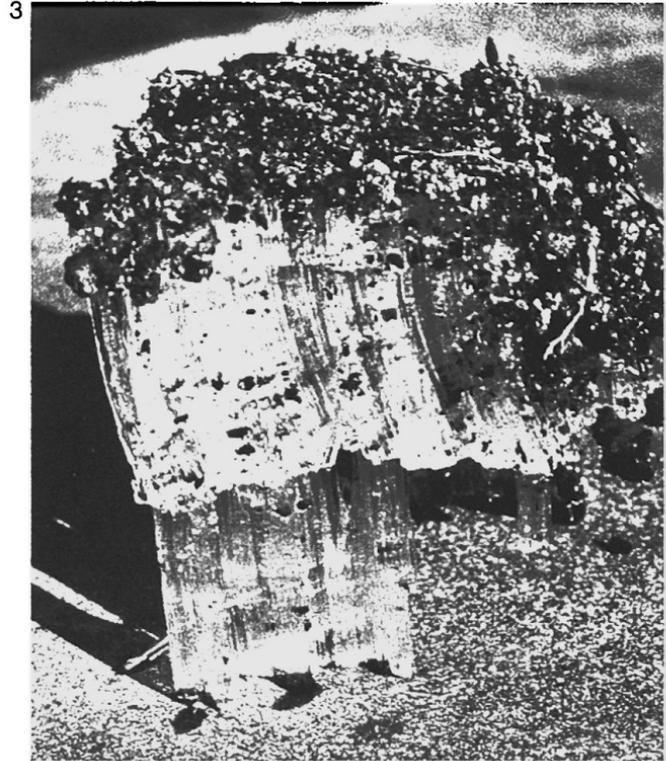
b) Größere Platten (Durchmesser bis 20 cm) blieben kompakt. Die Wärme zehrte zuerst die Füße der Nadeln auf (Abb. 4). Dabei sanken die Platten um fast 2 cm ab. Als um 10.15 Uhr die Sonnenstrahlen die Meßstelle zu bescheinen begannen, zerfielen die

Foto 1: 7–10 mm lange feine Nadeln durchsetzen die Tephra-Partikel. Nur büschelweise wuchsen die Nadeln weiter, hoben die inzwischen kompakt gefrorene Bodenplatte ab und beendeteten das Wachstum von $\frac{2}{3}$ der Initialnadeln. Andeutungsweise ist unter den 4 cm langen Nadeln eine jüngere Shimobashira-Generation zu erkennen.

Foto 2: Abgehobene Tephraplatte mit 25 mm langen Eisnadeln am Morgen vor Schmelzbeginn.

Foto 3: Zwei je 5 cm hohe, in sehr feuchter N-Exp. gebildete Shimobashira-Generationen von zwei aufeinanderfolgenden Nächten.

Foto 4: Eine Art des Schmelzens: Die Füße der Nadeln werden zuerst aufgezehrt, die Shimobashira-Pakete sinken in sich zusammen. Wurden viele Tephra-Partikel angehoben, sank die gefrorene Platte als Ganzes und der Frostkrümelboden der Ausgangssituation bildete sich erneut.



Platten innert einer halben Stunde und im Zeitraffertempo wurde der anfangs erwähnte Frostkrümelboden wieder gebildet.

Um 12.30 Uhr war nach beiden Nächten der Schmelzvorgang abgeschlossen.

4. Phase: Ausgangssituation

Nach dem Schmelzen blieb der Boden den ganzen Tag über feucht und oberflächlich krümelig. Gegen den Abend lagen nach beiden Nächten die gleichen Verhältnisse wie zu Beginn der Messungen vor.

Die durch Shimobashira gehobenen Bodenpartikel wurden während der Schmelzphase verschieden weit hangabwärts - nicht unbedingt in Fall-Linie - verlagert. In Fig. 2 sind die *Verfrachtungswege* einiger markierter Partikel wiedergegeben. Der hangabwärts zurückgelegte Weg von 3 Partikeln betrug während der regenfreien Zeit vom 15.-23. Januar bei 5 Shimobashira-Nächten 9,0 cm, 2,2 cm und 2,7 cm.

An lückenhaft begrasten Stellen Yokohamas und Tokyos konnte man im Januar und Februar 1973 beobachten, wie die Grasnarbe im Grenzgebiet zu vegetationsfreien Flächen angegriffen wurde und sich kleine Rasenkliffs veränderten. Ohne Mitwirken des Windes war hier *Rasenschälen* und frostbedingte Vegetationszerstörung festzustellen.

An steileren Hängen mit spärlicher Vegetation führte die freiwerdende Feuchtigkeit am Morgen zu kleinen *Schlammströmen*, die am Hangfuß oder an Hindernissen im Hang *Stauwülste* bildeten und den Hang während dem Winter merklich umprägten.

In Gebirgsgebieten hat man das Kammeis längst als wichtiges *morphogenetisches Agenz* erkannt. Auch in den Tieflagen Mitteleuropas wird seine Wirkung nicht bestritten (z. B. G. FURRER 1955, J. SCHMID 1955), doch handelt es sich dort um episodische Vorgänge,

die in der Folge rasch von anderen abgelöst werden. Nicht so in Japan. Durch die Bildung von Shimobashira gibt es während den Wintermonaten in Omote-Nippon *klimatisch bedingte Solifluktion* bis auf Meeresniveau hinab, die an vegetationsarmen Hängen einen nicht zu vernachlässigenden Beitrag für die Formung des Reliefs darstellt.

Literatur

DAIGO Y. (1947): «Handatlas für die landwirtschaftliche Meteorologie Japans» - jap., Tokyo.

FURRER G. (1955): Die Strukturformen der Alpen - Geogr. Helv. 10, p. 193-213.

HORIGUCHI K. (1967): Observation of Growth Process of Ice Column from Soil («Shimobashira») - Low Temp. Sci., Ser. A 24, p. 171-177 jap., p. 177 engl. summ.

JIYU GAKUEN SCIENCE GROUPE (1. Teil 1937, 2. Teil 1940): «Untersuchungen über Shimobashira» - jap., Tokyo.

KAIZUKA S. (1958): Tephrochronological studies in Japan - Erdkunde 12, p. 253-270.

KINOSITA S., WAKAHAMA G. und HORIGUCHI K. (1967): Formation of Ice-Columns - Shimobashira - on the Surface of Electrically Heated Ground - Low Temp. Sci., Ser. A 25, p. 185-193 jap., p. 193-195 engl. summ.

SCHMID J. (1955): Der Bodenfrost als Morphologischer Faktor - Heidelberg

SCHWIND M. (1967): Das Japanische Inselreich, Bd. 1, Die Naturlandschaft - Berlin.

TROLL C. (1944): Strukturböden, Solifluktion und Frostklima der Erde - Geol. Rd.schau 34, p. 545-679