

人と熱との関わりの足跡（その4）  
 ー冷たさを届ける：天然氷の採取と輸送一

*Footprints of the relationship between humans and heat (Part 4)*  
*-Delivery of the Coldness: Harvest and Transport of Natural Ice-*

藤岡 恵子 (ファンクショナル・フルイッド), 野村 祐一 (函館市教育委員会)  
 Keiko FUJIOKA (Functional Fluids) and Yuichi NOMURA (Hakodate City, Board of Education)  
 e-mail: kfujioka@functional-fluids.co.jp

1. はじめに

人類が最初に利用した冷熱は天然の氷雪によるもので、記録に残る最古の貯氷庫は約 4000 年前、メソポタミアのユーフラテス河畔（現在のシリア）にあった[1]。天然の氷を採取・貯蔵して夏季に用いる冷熱利用は、冷凍機による機械製氷が主流となる 20 世紀初めまで続く。一方、最も早くから知られていた人工的な冷却方法は蒸発の際に奪われる潜熱による冷却で、主に砂漠地帯や温暖で氷雪が入手できない地域で発達した。たとえば素焼きの甕などにワインを入れて風を送り冷却する方法は、紀元前から行われていた。

機械製氷が始まる前にも、動力を用いずに氷を作る方法が 18～19 世紀のインドで発達していた[1]。図 1 は、この様子を伝えるスケッチとしてよく知られている。図 1 そのものの説明ではないが、1770 年頃に英国人（Sir Robert Baker）が、インドの北東部にある Allahabad という町の近くにあった製氷施設について書き残している[2]。

それによると、この地方では毎年 12 月から 2 月にかけて氷が作られ十分夏まで保存されていた。その方法は、広い平地に約 10 m 四方、深さ約 60 cm の穴を 3～4 カ所掘り、まずその中に深さ半分くらいまで乾かしたサトウキビあるいはトウモロコシの茎を

敷いて床にした。凍らせる水を入れる容器は深さ約 3 cm の扁平な杯状のポーラスな土器（肉厚約 6 mm）で、床の上に密に並べられた。（開口部の寸法は不明であるが 10 cm 以下であろう。）日の入り前になると、作業者はこの容器に水を入れ、日の出前には、出来ている氷を集めて廻った。

この方法で氷が得られる理由は、はっきりとは同定されていない。表 1 に Allahabad と次節で登場する Boston の気象条件を東京都も含めて比較して示す。Allahabad の気温については、氷点下になることはほとんどないと Baker[2]も言っている。彼は容器側面からの浸み出しによる蒸発冷却を重視しているが、浸み出し面は側面あるいは下面であるため主たる要因であるとは断定できず、上面開口部の表面積割合が大きいことから考えても上水面からの蒸発も要因の一つであろう。

またこの文献では言及していないが、夜間の放射冷却も主要な要因の一つと考えられる。これについて Baker[2]は、人には寒いと感じる夜でも氷が出来ないことがあるが、静かで雲のない夜は、むしろ暖かいと感じられるときでも、皿中の水がすべて凍るようであったと述べている。このことから放射冷却も氷の生成に寄与していると考えられる。



図 1 インドの製氷風景（1850 年頃）

表 1 各都市の気象条件（1 月）

事 項	Allahabad	Boston	Tokyo
日最高温度 °C	23.2	2.1	3.5
日最低温度 °C	8.9	-5.4	0.9
降水量 mm	18.3	85	52.3
月降雨日数	1.8	13	6.8
相対湿度 %	69	62	52
北緯	25.3	42.2	35.4
(日最高、日最低温度はそれぞれの月平均)			
Boston: <a href="http://www.usclimatedata.com">www.usclimatedata.com</a> Tokyo: <a href="http://www.data.jma.go.jp">www.data.jma.go.jp</a>			
Allahabad: <a href="http://www.weather-ind.com">www.weather-ind.com</a>			

## 2. 天然氷の遠距離輸送

19世紀に入ると天然氷の利用が一般市民に広がって行き、天然の氷を大規模に切り出して遠隔地へ輸送・販売するビジネスが生まれた。1806年にはアメリカ・ニューイングランド地方の湖沼の氷を販売する事業が始まり、ボストン港から世界各地へ輸出された[3]。この事業はアメリカで“氷王”と呼ばれた Tudor が開始した事業として知られている。Tudor は米国ボストンの裕福な法律家の家庭に生まれたが、若いときからビジネスを志し、23才の時(1806年)、ボストン近郊の池から氷を切り出し(図2)、帆船に積んでカリブ海のマルティニーク島まで運ぶことに成功した[4]。航海には10~15日を要したが、その間の保冷技術としては、安価に入手できるタン樹皮(なめし皮を作るときに用いる樹皮の廃材)で船艙を覆っている[5]。Tudor はカリブ海の諸島にはアメリカからの多くの輸送船がほとんど空荷で来港して果物などの荷物を積み込んで帰っていくのに着目して、この事業を思いついたと言われる[5]。



図2 ボストン近郊の池における採氷風景(1850年頃)

その後、遠距離かつ大規模に行われたのは、インドのコルカタ(旧名カルカッタ)への輸送であった。とくに1833年に試験的に行われて成功した航海についての記録が残されている[5]。それによると、船艙の底には厚み約2.5cmの木材を張り、その上にタン樹皮の廃材を十分に乾かしたものを約30cmの厚さに敷き、さらに板材を置いた。側部4面も同様に工作し、その中にブロックの氷を隙間なく積み、その上には干し草をできる限り密に詰めたのちに木材で蓋をし、さらに甲板との間には再度樹皮を詰めた。

これらの方法は、現在の我々の知識からも理にかなった断熱方法であると言える。航海には約4ヶ月を要し、積み込み時に180tであった氷のうち最終的にコルカタの氷倉庫に収まったのは約100tであった。これは約55%の回収率で、周囲の予想を大きく上回るものであった。

その後天然氷の輸出量は次第に拡大し1872年のピーク時には米国全体の天然氷の生産量は、22.5万トンにのぼったと言われる[3]。図3は1856年における米国ニューイングランド地方からの氷の販路である。この図では、まだ日本までは届いていないが、1858年に日米修好通商条約が結ばれると、その後「ボストン氷」の輸入が開始され、最初は居留外国人を中心として、後に次第に日本人の間で氷の需要が広がった。



図3 1856年における米国ニューイングランド地方からの天然氷の輸出[6]

## 3. 函館五稜郭の水

### 3.1 中川嘉兵衛による採氷事業

ペリー来航(1853年)により開国された日本においても、開港地となった各都市では、居留する外国人の要求により氷の輸入が拡大していった。特に横浜では、外国人医師が使用する医療目的の氷は、在留外国人の生命に関わる重要事項で、また飲料品や食肉保存用としての需要も増大していた。

当時、日本に輸入されたのは前節に述べたボストン産出の天然氷で、アメリカ東海岸から大西洋を横断しアフリカの喜望峰を経由して約15,000kmを、半年以上をかけて海運されたものであったため、輸送中の融解による目減りは相当なもので、畢竟ビール箱大の氷が3両から5両という高額で取り引きされ、横浜の居留外国商人が市場を独占して多額の利益を得ていた[3]。



図4 中川嘉兵衛。(函館市中央図書館蔵)

そうした中で、国内産の天然氷を流通させるべく奔走し、函館・五稜郭での採氷に至ったのが、中川嘉兵衛(図4)であった。中川は、文化14年(1817)、現在の愛知県岡崎市に豪農の長男として生まれ16才で京に出て漢学を学び、その後40代に開港間もない横浜へ出て、イギリス公使館の厨丁(コック)として雇われた。中川が氷の効用について学んだとされるアメリカ人宣教師ヘボン(J.C.Hepburn)やシモンズ(D.B.Simmons)と交流があったのはこの頃である。

ヘボン式ローマ字の考案者としても知られるヘボンは、安政6年(1859)に来日して横浜に居を構え、伝道とともに医療活動を行い日本における近代医学の基礎を築いたが、中川はヘボンやシモンズから医療衛生や食料保存に氷が有用となるとの知識を得て、その後自身が採氷事業を起業する契機となった。

中川は安政6年(1859)に横浜で牛乳販売、万延元年(1860)には外国人向けの牛肉屋「中川屋」を開店するなど西洋食品販売を生業としたが、外国領事館等へ卸す食肉運搬時にその保存法について苦慮していたこともあって氷の需要の重要性を認識し、かつ当時その供給が外国商人に独占されていた状況を憂い、国産氷の製造を志した。

そのため中川は、文久元年(1861)に富士山麓の鵜沢(山梨県)で最初の採氷を行うが失敗、その後文久3年(1863)に諏訪湖(長野県)、翌元治元年(1864)には日光(栃木県)で採氷を試みるがいずれも成功には至らなかった。中川は採氷地を求めて本州を北上、慶応元年(1865)に釜石(宮城県)、慶応2年(1866)には堤川(青森県)での採氷にも失敗している。その間、赤城・榛名(群馬県)や秩父(埼玉県)、秋田県など東日本の各地でも採氷を試みたようである[3]。

中川が本州での採氷事業に成功しなかった原因は、氷そのものの出来自体にもあったが、輸送手段の不備やそれに経費がかかり過ぎて採算がとれなかったことの方が大きな要因として挙げられる。たとえば、上記の釜石からの輸送の場合は、300tの氷を採氷し帆船で横浜まで送ったが、到着したのは約1割の30tであったという[3]。これは前述のボストン氷の輸送効率に比すと、短距離であるにも拘わらず非常に低いものであった。

### 3.2 函館氷の誕生

中川はこれに諦めず、慶応3年(1867)には蝦夷地(現在の北海道)に渡り、箱館(現在の函館)近郊の有川で採氷を試みた。さらに、箱館居留のイギリス人実業家ブラキストン(T.W.Blakiston)の紹介で同国人技術者を雇い入れ、箱館周辺において幾度かの調査を行った。その後、明治維新から箱館戦争を経て古戦場となった五稜郭の外堀での採氷を試み、明治2年(1869)に500tの採氷に成功し、明治3年(1870)には五稜郭の氷を横浜へ輸送し、ヘボンから良好な品質である旨の確認を得、いよいよ氷販売への道筋がつけられた。またこの年、貯蔵にも意を払って函館港内の豊川町に氷室を建設した。

翌明治4年(1871)、函館氷は外国商船により函館港から横浜へ運ばれ、同年夏、ついに東京や横浜での販売が開始された。函館氷の販売開始当時は、ボストン氷に比して高価であったが、翌年からはより廉価となり品質的にもすぐれていたため、2年後の明治6年にはボストン氷の輸入が途絶え、函館氷が市場を席捲した[7]。五稜郭での氷生産量は明治初期の4~5年には500~1,000tであったのが、明治19年には約4,000tに達した[7]。

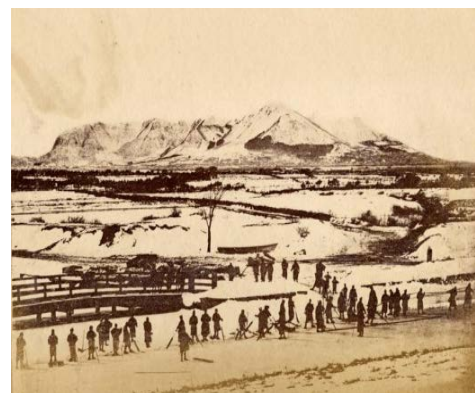


図5 五稜郭伐氷図。遠景に函館山、その手前に氷を積み出す函館湾がわずかに見える(明治10年、函館市中央図書館蔵)

また中川は、函館氷の製造販売や五稜郭外堀についての権利確保も行った。明治4年(1871)に五稜郭での採氷に成功すると、同年7月に五稜郭の外堀を拝借する旨の願書を開拓使に提出し許可を得ている。また明治6年(1873)には、道内の氷移出に関する専売願書を提出し、5か年の専売許可を得ている(明治6年「東京上局文移録」)。さらに五稜郭の管轄権が移った陸軍省からも従来通り堀の使用権を得て、明治22年(1889)に使用権を失うまで五稜郭での採氷を続けた。

図5は明治10年(1877)に撮影された五稜郭堀における採氷の様態である。手前には作業する人々、遠景には函館山が見え、その手前の右半分にわずかではあるが、函館湾が見える。このように採取場所から積み出し港までが近距離かつ平坦で好条件であったことが、この写真からもよくわかる。

図6は作業の様子を示すミニチュア模型である。氷面にはまず切り出す大きさに線を引く。それに沿って長いのこぎりで氷を切る人、大きな氷砕(はさみ)で持ち上げる人(右下)、氷の上の雪をはく人(左下)、そりに乗せて運ぶ人(右の斜面は運搬用、氷面上中央は切断線を入れる罫書き(けがき)用で氷は重りと思われる)、運搬用の馬等が見え、組織的な作業が行われていたことが分かる。採氷の仕方は、図2に見る米国マサチューセッツ州の池における方法と非常に類似している点が興味深い。



図6 五稜郭氷採取の様子を示すミニチュア模型(五稜郭タワー蔵)

### 3.3 五稜郭の建設と函館氷

五稜郭は、幕末の箱館開港により設置された幕府の役所・箱館奉行所の防御施設として築造された西洋土塁で、当初は箱館山麓に置かれていた役所を、

外国船(黒船)搭載の大砲射程外に置くという防備上の理由などから、内陸に移転することとなった。新たな建設場所には、平野の中央部であってかつ近傍を流れる赤川(現在の亀田川)からの引水が容易な亀田の地が選定された。

五稜郭の築造は安政4年(1857)に着工、7年後の元治元年(1864)にほぼ完成したことから、同年6月に役所を移転し、蝦夷地の政治的中心としての役割を果たした。



図7 五稜郭建設時(1862年)の絵図(右の亀田川から取水)(函館市中央図書館蔵)

図7は、文久2年(1862)に描かれた五稜郭築造中の箱館を描いた古地図「箱館亀田一円切絵図」(部分)である。ここには、内陸の亀田の地に築造中の五稜郭が描かれており、五稜郭北側(図では右側)で大きく蛇行する赤川に取水口が設けられ、五稜郭北側の役宅内を通じて五稜郭へ引かれた導水経路が記されている。この清涼な水の供給は、後に函館氷の生産に非常に重要な役割を果たした。

また五稜郭の堀や土塁の石垣の石には、主に箱館山麓の立待岬から切り出された安山岩が使用されている。この石垣の切り石は冬季に馬そりにより五稜郭まで運ばれたが、後になってこの連絡道路を逆向きに利用して、五稜郭から切り出された氷が馬そりによって港湾近くの氷室まで運ばれることとなり、これも函館氷の生産に重要な役割を果たした。

図8は、現在の五稜郭を近くに建てられた観光用の五稜郭タワーから撮影したものである。五稜郭中央に建設された幕府の役所・箱館奉行所は、明治4年(1871)に解体されたが、平成22年(2010)に可能な限り当時の工法を用いてその約3分の1が復元されている(図8中の赤丸)。同図中の青丸の橋が図5と6に見える橋で、図5は堀の対岸からこの橋の方向にむかって撮影した写真である。

このように、五稜郭での採氷が成功した理由とし



図8 現在の五稜郭（著者 N.Y.撮影）.

て、1) 北海道の冷涼な気候で十分な厚さ（1尺3寸：約40cm）の氷が採集できたこと、2) 五稜郭の堀水が亀田川の清冽な自然水を引き入れていたことから上質の氷が採集できたこと、3) 五稜郭から港までの陸送も距離が短く、かつ道路も整備されていたこと、4) さらに開港地として開かれた函館では、東京や横浜などへの航路が発達していたため海運面での利便性が高かったことなど、生産と流通に係る条件が整っていたことが挙げられる。

### 3.4 函館氷の流通

函館氷は、はじめ東京や横浜が販売の中心であったが、その後販路が拡大され、名古屋、大阪、京都など全国の主要都市にとどまらず、清国、シンガポールなど東アジア諸国へも輸出された。また明治10年（1877）の第1回内国勸業博覧会に函館氷が出品され一等を受賞し、賞牌に付された龍の紋章にちなみ以後「龍紋氷」の名でも普及量が増大していった。

さらに、明治11年（1878）に中川の氷専売が満了すると、函館および近郊で採氷業を試みるものが続出し、氷製造が函館を代表する地場産業として急成長を遂げていった。明治10年代の新聞記事には「五稜郭外堀の氷製造は平年より寒気が厳しいため出来が良く目下採氷の最中となり、（中略）男女共に毎日800人ほど五稜郭へ出向き、豊川町の氷室まで1日平均約2,000個の氷を運搬する」（明治11年（1878）2月2日、函館新聞）など、五稜郭氷に関する記事が散見され[8]、五稜郭での採氷作業の賑わいや、この事業が冬季の雇用創出にも貢献していることが読み取れる。

このように明治初期に中川によってはじめられた日本における天然氷は、その後明治20年代から発達した機械製氷との共存が続き、その後徐々に衰退していった。しかし、五稜郭や函館周辺での氷製造

は昭和初期まで継続されていたようである。明治44年（1911）の五稜郭での採氷量は総量7,900tで、近郊生産と併せた函館からの総移出量1万493tの4分の3を占めている（明治44年9月30日・10月2日付函館日日新聞）[8]。

しかし、明治末頃からの郊外地の発展により五稜郭堀水の水質悪化が進行し、もっぱら冷蔵用のみに使用されるようになったが、ついに昭和12年（1937）には五稜郭外堀の採氷事業廃止の届け出が提出され（昭和12年2月10日付函館新聞）、五稜郭での採氷事業は終焉を迎えた。

明治初期、開港地の一つであった北海道・函館で採取された国産初の天然氷が「函館氷」・「五稜郭氷」として全国に流通し、輸入氷を駆逐したことは、文明開化の時代、多くの西洋文化が流入した日本において外国輸入を圧倒した数少ない事例であり、中川の功績は稀有なものとして、当時の新聞（明治8年9月7日付東京日日新聞）にも称賛されている[8]。このように近世までは贅沢品であった天然氷が、我が国においても中川嘉兵衛という先見性がありかつ強い意志と行動力を持った人物により、庶民が手の届く嗜好品として全国に広められたことはもちろん、西洋医療の発展や食料の保存や流通に果たした功績は高く評価されるものである。

## 4. おわりに

本稿は、快適さや質の高い食品保存を求めて古代から続いてきた冷熱生成の歴史の一段階で、新たな市場の創出、流通の改革にも寄与した天然氷について、採取と輸送という供給の面からいくつかのトピックスを取り上げたものであるが、最後に受け取り側のエピソードを紹介させていただきたい。

それは、江戸末期の蘭医で「法眼」であり西洋医学研究所（東大医学部の前身）の教授にもなった桂川甫周の娘みね（のちに今泉みね）の口述を子息が筆記・出版した「名ごりの夢」に語られている[9]。それによると、「お氷の日」には父親はいつもより早く登城し、いよいよ家族に配られる段になると「私などは重ねた両手もしびれるほどにお待ちして」、それでもやっと一寸角ほどの氷を押し頂くと、うれしくて「お廊下をかけて自分の部屋までまいりました時には、大方半分くらいになっていたのも忘れられません」と回想している。氷が如何に貴重でかつ好まれていたかが分かる。

しかしこれも当時は上流階級に限って入手できたもので、みね自身も、この時代には「氷はお城から諸大名や旗本に下りたのでございまして、一般人たちへ氷がゆきわたるようになりましたのは、明治になってからではないでしょうか。」と述べている[9]。これに関しては、同書にも東京日本橋に氷店を開業する際の広告文が掲載されており、「箱館の奥なる亀田川の源より堅氷を切り出し氷室にたくわへおきて夏日に売捌（うりさばき）…」とある。この広告は明治4年（1872年）の頒布であろうとされているので[9]、本稿で述べた函館氷が横浜や東京で販売され始めた年代とも一致する。

氷の恩恵をより一般の人々にも普及させたのは、言うまでもなく機械式冷凍である。この先駆けとなった Jacob Perkins の冷凍サイクル特許（液体の蒸発/圧縮/凝縮：イギリス）が 1834 年、A. C. Twining による商業用製氷プラントの設置（エチルエーテル圧縮）が 1853 年なので[10]、天然氷の時代は、実は機械式冷凍機の開発と並走していたことになる。1900 年以降、機械製氷技術の進展とおそらくは小氷期の終了による気温上昇の影響もあって、天然氷の利用は衰退していった。あることが隆盛を極めているとき、次の世代の萌芽が頭を持ち上げ始めているという歴史の流れを、ここにもはっきりと見ることが出来る。

本稿は、昨年（2018 年）に札幌で開催された第 55 回日本伝熱シンポジウムにおけるオーガナイズドセッション（OS）「人と熱との関わりの足跡」において、著者の一人（N.Y.）が行った講演の講演論文[11]に基づく 3 節に、第一著者（F.K.）がその他の部分を書き加えて、これに当該 OS を運営した河村洋（K.H.、公立諏訪理科大）が加筆・編集をしたものである。全体の文責は本学会員である（F.K.）と（K.H.）にある。本稿の作成に当たって、文献[1]については元龍谷大学の故中西重康氏のご遺稿から有益な示唆を受けた。

なお、共著者の野村祐一氏は、本文中にある五稜郭・箱館奉行所の復元工事に担当者として重要な役割を果たされた方である。共著者に参加して頂いたこと、また OS でのご講演を含めこの企画へのご協力を心から感謝したい（K.H.）。

### 参考文献

- [1] Elizabeth David, “Harvest of the Cold Months – The social history of Ice and Ices”, (1994), Penguin Group.
- [2] Robert Baker, “The process of making ice in the east Indies”, (Published in 1775), *Indian Science and Technology in the Eighteenth Century*, ed., Dharampal, <https://archive.org/details/IndianScienceAndTechnologyInTheEighteenthCentury/>.
- [3] 田口哲也, 氷の文化史—人と氷のふれあいの歴史—, 冷凍食品新聞社(1994), pp.195-201.
- [4] “Frederic Tudor”, [https://en.wikipedia.org/wiki/Frederic\\_Tudor](https://en.wikipedia.org/wiki/Frederic_Tudor).
- [5] “The Ice Trade between America and India”, *The Mechanics’ Magazine*, (April 9-Sept. 24), Vol. 25, (1836), pp. 10-12. University of Oxford, Digitized on 2006/11/15 by Google.
- [6] “Ice Trade”, [https://en.wikipedia.org/wiki/Ice\\_trade](https://en.wikipedia.org/wiki/Ice_trade), ©Eric Gaba.
- [7] 函館市史編さん室, 函館市史 通説編 第2巻, 函館市(1990).
- [8] 函館市史編さん室, 函館市史 年表編, 函館市(2007).
- [9] 今泉みね, “名ごりの雪, 蘭医桂川家に生まれて”, 東洋文庫 9, 平凡社, (1963).
- [10] David Wilson, “Supercold; An introduction of low temperature technology”, (1979), Faber and Faber.
- [11] 野村祐一, 第 55 回日本伝熱シンポジウム講演論文集, CD-ROM, E233, (2018).