

技に生きる街

静岡

SHIZUOKA

日本一の富士山に降る雪は、豊かな水の流れとなつて人々の暮らしを潤してきました。水から生まれる技の数々。アルミニウムもここから生まれます。

食に生きる技

くらしに生きる技

アルミに生きる技

富士の水がもたらす美味ーうなぎ
自然のやさしさが息づく和紙
水から生まれるクリーンエネルギー
日本唯一のアルミ製錬工場
そしてまたアルミは再生する

Japan Aluminium Association

アルミエッセ

2010.7/No.172

源流をたずねて

富士の水がもたらす恵み

「富士の白雪朝日ととける とけて流れて三島にそそぐ」

三島民謡の農兵（ノーヘイ）節ではこう歌われています。

三島は富士山にしみ込んだ雪や雨が幾年という月日を重ねて濾過され伏流水となり、やがて湧き出てくる。多くの湧水地がある水の都です。

この湧き水は分子が小さく酸素をたくさん含んでいる活性水で、

昔から美味しい名水として知られてきました。そして、この水こそが三島の人々へさまざまな恵みをもたらしてきたのです。

名物のうなぎもそのひとつ。

柿田川湧水。1日100万トンの水量を誇る東洋一の湧き水である。

「うなぎ横町」という愛称で呼ばれるほど、数多くのうなぎ料理店が連なる三島。うなぎの産地というわけでもないのに、なぜ三島の特産品はうなぎなのでしょう。その答えは、富士山から生まれる名水にありました。

うなぎを裂く前に行なうのが、3~4日間かけて生きたまま水にさらす「活け締め」という作業。これにより、本来うなぎにある生臭さや泥臭さを消し、余分な脂を取り除いていきます。三島では、その際に地下からくみあげた富士山の水を惜しみなく使用。浸透性に優れているこの水は、うなぎの旨味を損なうことなく脂だけを素早く落としていくので、キュッと身がひきしまり臭みのない繊細な味のうなぎとなるのです。

こうして磨かれたうなぎを極上の蒲焼きに仕上げていくのは職人の技です。この世界では「串打ち三年、裂き八年、焼きは一生」といわれるほど。皮と身の間の脂がいちばん旨いとされるため、皮目をいかに上手く焼き、タレを染み込ませるかが職人の腕の見せどころとなります。長年、つぎ足し使われてきたタレもまた、年月を経て熟成し、さらに旨味を増していきます。水、技、タレ。三島の蒲焼きは、そのすべての歴史のうえてこそ成り立つ美味なのです。



うなぎの「活け締め」

うなぎは立場（たてば）と呼ばれる場所で、数日間流れる水に打たれ続ける。夜行性で明るいストレスがたまるため、桶も黒いものを使う。水に打たれたうなぎは磨かれ、見た目も美しくなる。職人はうなぎをつかんだだけで、そのヌメリ具合から状態が良いかどうかすぐにわかるという。



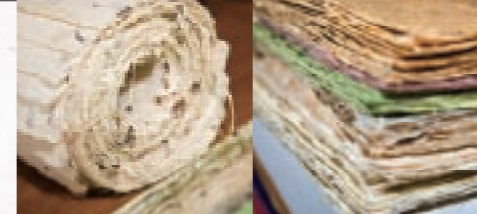
取材協力：うなぎ料理 元祖うなぎ 055-975-3340



日本に製紙技術が伝えられたのは610年頃。以降、日本では独特の技術を発展させ、世界からも注目される質の高い和紙が生まれました。「駿河半紙」は天然の原料のみを使い、薬剤による漂白もせず、自然の色合いが美しい和紙です。一枚ずつ丹精込めて作られる紙はまるで芸術品のようになり、人々を感動させる力があるようです。

大自然の恵みと職人技の融合

手漉き和紙



江戸時代、富士宮市周辺は和紙の一大生産地として名を馳せていました。この辺りは富士山の伏流水が豊富にあり、水を大量に使う紙漉き産業に適していたのです。また、この地で獲れるミツマタを原料にした「駿河半紙(するがばんし)」と呼ばれる紙が江戸で評判になりました。それまでは主にコウゾが紙の原料となっていました。それと比べるとミツマタの紙は繊維が短いため書きやすく、かわら版などの木版刷りにも向いていました。しかし、明治中頃には機械で紙が大量生産されるようになり、次第に『駿河半紙』も姿を消しました。

この『駿河半紙』を今に伝えているのが、和紙職人の内藤恒雄さんです。内藤さんが育ったのは東京の下町。かねてより自分が気に入ればとことんまでつきつめるという職人氣質に憧れていた内藤さんは、大学卒業後、手漉き和紙職人の世界へと足を踏み入れました。高校から書道をやっていたことが、和紙に関心を持ったきっかけです。そして、埼玉、島根、岡山と各地で修行を積み、たどり着いたのが富士宮でした。



内藤さんの和紙はインテリアにも多く活用されている。

自然素材と天日が、 味わい深い和紙をつくる。

内藤さんが作る和紙の原料はコウゾ、ミツマタ、ガンピといった天然素材のみで、パルプは使いません。これら木を蒸してから外皮を削ぎ、さらにその皮を煮てやわらかくしたのち、水に晒してアク抜きをし、叩いて繊維をほぐします。こうした原料作りだけでも、かかる時間は相当なもの。できた原料は水に「ねり(トロロアオイという植物から抽出される液)」とともに入れ、それを簀(す)で漉いて一枚ずつ紙を作ります。紙の厚さを同一にしていくのは、長年身体で覚えたカンだけが頼り。一人前になるには実に十年以上もの経験が必要だといいます。

この和紙のもうひとつの大きな特徴は、全て板干しの天日乾燥で仕上げること。今の和紙は、鉄板とスチームで乾燥させる方法が主流ですが、内藤さんはあくまでも天日干しにこだわります。天候に大きく左右されるため、効率が悪いのはもちろん、干している間はつきっきりで見なければなりません。それでも、板張天日は毛羽立ちがなく、芯までしっかりと乾くので、強い和紙ができるのです。『駿河半紙』は大自然の恵みにより生まれる和紙。原料は腐敗しやすく、季節によってでき方も異なるので、手のかかり方も想像以上です。だからこそ自然と職人技の力がダイレクトに伝わってくる、魅力ある紙になるでしょう。

グリーンエネルギーが生まれるところ

富

土川を左手に眺めながら県道を車で山梨方向へ。富士川の広々とした河川敷と澄みきった青空に見とれていると、ほどなくして、JR身延線の井出駅が見えてきます。この小さな駅の踏み切りを目印に右折すると、景色は一変。うっそうと生い茂った木々に囲まれて、山道をひた進みます。舗装はされていないものの、車一台が通るのがやっとの細道。いたるところに落石がみられ、なかには車に損傷を与えかねない大きさのものもあります。大きな落石は、わざわざ停車して取り除かなければ前には進めません。そんな険しい道を進むと、ちやちやと空が見えはじめ山頂が近づいてきたことに気がきます。そして、いつきに視界がひらけると、眼前に現れたのはダム。緑に抱かれたダムでした。

すべてはアルミニウムのために。

ここは公営ダムとも電力会社のダムとも違う、民間企業が所有するめずらしいダムです。富士川の水を生かして、日々クリーンなエネルギーが生み出されています。いったい何のために、この発電設備は築かれたのでしょうか。さかのぼること約七〇年前、日本で未だ開発されていなかったアルミニウム事業を興そうという一大プロジェクトが

始まりました。軽くて強いアルミニウム。そのすぐれた特性を持つ金属をつくるには大きな電力が必要であったためです。必要な電力を確保するために、富士川水系に二つのダム、四つの堰堤、導水路、六か所の発電所が築かれました。総出力は*十四万二五〇〇KW。これは民間自家用としては国内最大級の規模を誇ります。これほどの設備をつくり上げるには、どれほどの人の情熱が注がれたのでしょうか。すべてはアルミニウムのために。多くの人々の夢によって発電設備は誕生しました。

そして現在、落石だらけの険しい山道を通い、ダムの管理を続ける人がいます。主に貯留された水量が急激に増した際、下流へ水を放流する役目を担います。維持管理は年中無休。夜は暗闇と静寂に包まれ、携帯電話は圏外。巡回中に出会うのはサルやイノシシ、シカなど。勤務時はたった二人の孤独な仕事です。

日々、絶えずダムは見守られて、クリーンエネルギーが生まれています。もちろん発電に使用した水はきちんと駿河湾に返されています。利用しているのは水の流れるエネルギーのみ。そして、そのエネルギーは今も変わらずアルミニウムをつくることに利用されています。

*二〇二〇年七月二〇日現在の出力



波木井発電所

昭和14年1月に完成。

翌年10月にはアルミ製錬工場が操業を開始した。

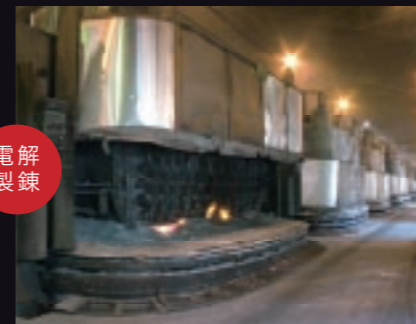
柿元ダム(昭和27年完成)

アルミニウムが 生まれるところ

電解炉のなかは約1000℃。赤く見えるのは、今まさにアルミニウムが生まれているところです。フツフツと表面はたぎり、チラチラと炎が上がっています。そばに近寄ってカメラのファインダーを向けると、だんだんシャッターが降りなくなってきます。そう、ここは5万5000アンペアの電流が流れる強磁場。精密機器はたちどころに狂ってしまいます。富士川の水から生まれた電気を使って、日本で唯一のアルミ製錬が行われています。

■電解炉

電解
製錬



築70年超の古い工場内には、電解炉がずらりと並ぶ。現在稼働しているのは48基。意外にも工場内は機械音が少ない。静かにアルミニウムが生まれている。



真っ赤に燃えてみえるのが電解浴。できたアルミニウムは底にたまり、たまったらアルミ溶湯は真空取鍋で吸い上げられる。



生まれたてのアルミニウム。高温のアルミ溶湯は少々の外気に触れても固まらない。真空取鍋から中間鍋へ、ドクドク音をたてながら注がれる。

日本でただ一つのアルミ製錬工場

訪れたのは日本軽金属(株)蒲原製造所。工場からは雄大な富士山が望めます。操業は昭和15年。発電所の完成後に製錬を始めた歴史ある工場です。

アルミニウムが製品として世に出るには幾多の工程を経る必要があります。まずボーキサイトと呼ばれる原料をか性ソーダで溶かしてアルミン酸ソーダ液をつくり、加水分解して水酸化アルミニウムに。それを焼成してアルミナを製造します。

このアルミナを電気分解することでアルミニウムが生まれます。電気分解を行うのは電解炉。電解炉の上部には陽極、下部には陰極が設置されています。炉の中には電解浴が入ります。電解浴とは電気分解を効率的に行うために必要なもの。アルミナ7%、氷晶石93%で構成されます。電解浴があるおかげで、水が砂糖を溶かすようにアルミナを溶かし込むことができ、アルミナの融点は2000℃強ですが、1000℃まで操業温度を下げる事が可能となります。そして陽

極から陰極へ電気が流されると、電解浴に溶かし込まれたアルミナが電気分解されます。

この電解製錬によって、純度が99.7%~99.98%のアルミニウムをつくることができます。蒲原製造所では長年培ってきた技術によって平均純度99.95%が実現されています。これは世界でも最高品位のアルミニウムです。

純度の高いアルミニウムをさらに高純度化することができます。偏析法で精製することによって99.999%の純度、いわゆる5N(ファイブナイン)が達成されています。極限まで不純物が除去された高純度アルミニウムは、エレクトロニクス分野で活用されています。たとえばパソコンに多用されるアルミ電解コンデンサ。使用されるアルミ箔は微細加工が施されるため、高純度アルミニウムが欠かせません。長年培ってきた製錬技術から生まれたアルミニウムは、今日の先端テクノロジーを支えています。

製造工程



アルミナ
精製工程



電解
製錬

アルミニウム

casting



精製



原料のボーキサイトは輸入している。荷揚げしたボーキサイトは清水工場です。近くには港があることも、蒲原でアルミ製錬を行う理由となっている。



電力

唯一ということ。
自慢であり、
誇りです。



わが子を見るように電解炉に向き合う日々

「この新地金は、ちょっと黄色に光ってみえるでしょう。これは純度の高い証拠です」と話すのは蒲原製造所電解ビジネスユニットの丸山さん。工場内に積まれた新地金をよく見ればなるほど、黄色味を帯びた銀色となっています。この新地金は一般的な普通地金に比べて純度の高いのが特長です。この品質の高さを強みに、用途にあわせた製品が製造されています。

品質の高い新地金をつくるには何が必要なのでしょうか。

「どんなに機械化しても、アルミ製錬の最後の調整は人の手にゆだねられます。例えば電解炉の炉壁の様子を探るのは棒1本のみ。炉壁の厚さは厚すぎても薄すぎてもいけなので、その厚さを棒に伝わる感触で調べます。電解炉のなかは1000℃という高温です。また強磁場であるため鉄の棒が強く引きつけられコントロールが難しい。この作業には熟練の技が必要となります」と丸山さんは説明します。

現場では、電解炉の調子を見極め、適切な対処ができるようになると、一人前とされます。調子は「ガス色」と呼ばれる炎の色や、「オドリ」と呼ばれる電解浴の表面がフツフツと沸き立っている様子等を見て、判断します。

電解炉の管理をすることを、現場ではよく「おもりをする」と表現するそうです。手のかかるわが子の面倒をみるように、きめ細やかなケアが必要となります。

「電解炉は生き物のよう。一つ一つ個性があって癖があります。手をかけてやればやるほど調子が良くなり、手をぬけばすぐ悪くなります。一度不調になると、なかなか元には戻らない。古い設備だからなおさらです」

現在、不調炉はあるかとたずねると、「一つもない」と丸山さんは胸をはります。電解炉をみつめるその眼差しはまるで親のようでもあります。

唯一の灯を絶やさないように

現在、蒲原製造所の電解炉は48基が稼動しています。最盛期は750基ほどあったというから驚きです。電気代の高い日本ではアルミ製錬はどうしても不利になります。日本の製錬メーカーは縮小・撤退を余儀なくされ、高い製錬技術がつつぎと失われていってしまいました。そして、のこるは蒲原製造所のみ。いわば最後の砦です。富士川水系の発電設備があるからこそ、同工場はアルミ製錬が続けられています。

「職業を聞かれたならば、胸をはって、日本で唯一のアルミ製錬をやっていると答えます。電解炉の灯はこれからも消したくはありません」と丸山さんは語ります。そんな人々の強い想いがある、日本のアルミ製錬の灯は守られています。



現場の人は電解炉の炉壁の厚さを「のびる」、「くわれる」と表現する。「のびる」は炉壁が厚くなることで、厚いと熱バランスが壊れてしまう。「くわれる」は炉壁が薄くなることで、薄いと炉壁の消耗が早くなる。長年の経験によって、棒1本に伝わる感触で炉壁の様子を探る。

入社18年目の35歳。アルミ電解製錬に13年ほど従事している。責任感が強く、後輩の面倒見が良いことから、現場のリーダーとして人望が厚い。

日本軽金属(株)蒲原製造所
グループ素材センター電解ビジネスユニット

丸山 偉好さん
まるやま ひでたか



ここにもある！ アルミの源流

●使用済みアルミ缶からアルミ地金まで●

アルミ地金には、ボーキサイトを原料に作る新地金だけでなく、使用済みアルミ缶などのスクラップを原料として再生地金を作る方法があります。使用済みアルミ缶は高温で溶かされ、スラブと呼ばれる大きなアルミ地金となります。このような方法でアルミ地金を生産している三菱アルミニウム(株)富士製作所を訪ねました。

原料

原料は使用済みアルミ缶です。アルミ缶を圧縮した「缶プレス」が工場に運ばれてきます。このまま1週間程度保管して、水分を蒸発させます。

缶プレスをバラバラにします。

解砕

バラバラになったアルミ缶に混じっているアルミ以外の異物(鉛、銅、鉄など)を、磁石や風などの力で取り除きます。

選別

アルミ缶をロータリーキルンという装置の中に入れ、570℃の熱風でアルミ缶表面の塗料を蒸し焼きにします。

焙焼

アルミ缶を高温の溶解炉に投入するとドロドロに溶けたアルミ溶湯になります。溶解炉では、溶湯内のアルミの酸化物であるドロスを取り除きます。

溶解

成分調整

溶解炉でできたアルミ溶湯は、保持炉に移され、合金成分を検査し、必要に応じて調整します。材料の品質向上のため、溶湯中の異物を除去します。

casting

アルミ溶湯を鑄造金型に注ぎ、そのまま冷やすとスラブという大きなアルミ地金ができあがります。一回の鑄造で1本9.5トンのスラブが製造できます。

再生地金スラブ

完成したスラブをアルミ圧延工場に運び、アルミ板を製造します。このアルミ板は再び飲料用アルミ缶の材料になります。

缶を作りやすいアルミ合金

作っているスラブは、飲料缶用のアルミ合金です。マンガンやマグネシウムの成分が多く含まれているアルミ合金で、錆びにくく、缶の形に加工しやすい特徴を持っています。

焙焼って何のこと？

焙焼とは、使用済みアルミ缶の表面に残っている塗料を焼いて取り除く工程です。この工場ではロータリーキルンという直径2.5m、長さ13.5mの円筒形の装置の中にアルミ缶を入れ、570℃の熱風でアルミ缶表面の塗料を蒸し焼きにします。焙焼後には塗料はなくなり、白っぽいアルミ缶が残ります。しかしまれにアルミ缶が黒い場合があり、これは水分などが多く残っていたことを表します。このままでは溶解した時にアルミドロスが大量に生成され、溶湯の歩留まり低下につながってしまいます。これを防ぐため、原料は事前に水分をできるだけ取り除くことが大切なのです。

使用済みアルミ缶を使うといいことがあるの？

原料に使用済みアルミ缶を使ってアルミ地金を作ると、ボーキサイトから作るのに比べ、電力量がわずか3%で済みます。またここで製造するスラブは同じアルミ缶用材料となるため、原料に含まれる合金成分はそのまま使用でき、成分調整の手間が少なくて済むのです。そのかわり使用済みアルミ缶には、塗料や水分、その他の異物が含まれており、気をつけないと溶湯歩留まりが低下する原因となります。これを防ぐため、溶解前にできるだけ異物を取り除くことが大切です。

「夢のある仕事」 アルミリサイクルは

三菱アルミニウム(株)富士製作所
鋳造部

岡本 啓伸 さん
おかもと ひろのぶ

35歳。1998年入社。2008年から生産管理を担当。夜間や休日に設備故障が起こると、急に現場に駆け付けなくてはならないのはたいへんだが、「アルミ缶がリサイクルされる工程は何度見ても面白い」と屈託のない笑顔で語る。



ゴオーツ、ガンガン。アルミ缶が投入口から勢いよく投入されます。熱くてまともに見てられないほどの溶解炉に響く作業の音。富士山の裾野にある工場の中で、作業は続いています。

この鋳造工場では、使用済みアルミ缶を溶解して、飲料缶用アルミ板の原料であるスラブを作っています。岡本さんはこの工場の作業長。ひとこと言えば生産管理全般を担当しているのですが、その中身は設備の不具合のチェックや改善、歩留向上の対策、省エネルギー、環境保全など、多岐にわたっています。

「この工場の中で、原料のアルミ缶が溶かされ、大きなスラブに固められるのが、全部見られます。料理にたとえれば、いい材料を使って、きちんと手抜きせずに下ごしらえをする。そうすれば何度でもアルミ缶としてよみがえる。そういうものです」

こう語る岡本さんですが、入社時はそれほどリサイクルについて知らなかったそうです。

「じつは自動車のアルミ化に興味を持って、アルミニウムの会社を志望したのです。ところが入社してから話を聞いてみると、三菱材料アルグループでアルミ缶リサイクル事業が始まった時期と、自分が生まれた時期がほとんど同じであることがわかった。「自分はアルミ缶リサイクルと同年代なんだ!」と知りました。ちょっと運命的なものを感じましたね」

その後、新しい工場が2001年にできると聞いて、「リサイクル事業に携わりたい」と思っていました。

リサイクル工場に配属されてから約2年、工場内には高温環境や振動、粉じんが多い箇所もありますが、日頃から設備の保全に気を配ることにより、日本一と言われる高効率なリサイクルを行っていることが大きな誇りです。

環境対策も大切な仕事です。ロータリーキルンで塗料を焙焼するときに、発生するガスは排ガス処理装置で安全に処理されます。また工程内では、水の使用量をできるだけ少なく抑えるように設計されています。たとえば鋳造したスラブの冷却に大量の水を使いますが、冷却水は回収して、再利用します。富士の湧水の恵みを受ける土地柄で、地域の環境に影響を及ぼさないという考え方もあるのでしょうか。

アルミに生きる技

そしてまたアルミは再生する



溶解炉の中では、アルミ缶が700℃以上の高温で溶けて液体になる。



完成したスラブは1本9.5トン。これはアルミ缶60万缶以上の量に相当する。

「これからの目標は、さらなるコスト改善です。アルミニウムのリサイクルは手間がかかるが、面白い。将来的に、アルミのリサイクルはビジネスとしてもっと大きくなるのではないのでしょうか?」そう言って岡本さんは、できあがったスラブを見上げました。

飲料用
アルミ缶の
リサイクル率



飲料用アルミ缶のリサイクル率は93.4%(2009年度)で、すでに10本のうち約9本がリサイクルされている計算になります。また、使用済みアルミ缶から再びアルミ缶の材料として使用し、アルミ缶を製造することを「CAN TO CAN」と呼び、リサイクルされたアルミ缶全体のうち再び缶材へ利用された割合をCAN TO CAN率*と呼びます。2009年度のCAN TO CAN率は62.5%で、回収されたアルミ缶10本のうち6本以上は再びアルミ缶にもどることになります。

*CAN TO CAN率: 缶材向け重量 ÷ 回収重量

引き継がれるアルミニウムの源流 新地金と再生地金

99.98~99.999%の純度を誇る高純度アルミニウム