

Reed Meister-IIで選別・調整したリードの状態を維持する方法の検討 —撥水性物質をリードに浸透させることによる打開策—

戸谷 義明

名誉教授

Investigation of the Method To Maintain the Condition of Reeds Selected or Adjusted by the Reed Meister-II: A Breakthrough by Penetrating Water-Repellent Substances into the Reeds

Yoshiaki TOYA

Professor Emeritus of Aichi University of Education, Kariya 448-8542, Japan

Abstract

As a method of maintaining the condition of the reed selected and adjusted by the Reed Meister-II (RM), coating the reed with a water-repellent substance to make it water-resistant and durable was investigated. Based on the results of preliminary experiments, the following method was established as a result of further study. Without using an organic solvent, new reeds were immersed in a molten water-repellent substance (Crolatum V) heated in a hot water bath at 90-100 °C under reduced pressure and kept for 3 hr. This procedure allowed the water-repellent substance to soak into the reeds. After returning the pressure to normal and removing the excess water-repellent substance from the reeds, the reeds were selected and adjusted by the RM.

I. はじめに

前報¹⁾で著者らは市販の未使用リードから、演奏に使用でき、よく鳴るクラリネットリードを高い割合で得るために、Reed Meister-II (RM) による選別・調整を採用し、その調整法を詳細に検討して改良した。また、著者は以前よりアシ製リードを樹脂（前報¹⁾で材質をPPと記述したが、現時点で根拠の資料不明）コーティングしたD'ADDARIO PLASTICOVER²⁾（日本語カタログに記載無）に注目しており、リードに、撥水性物質をコーティングし、耐水性をもたせれば、水浸しによるへたり（弾力の喪失、変形）を防ぐことができるのではと考えていた。2015年、市販のリードをRMで調整し、これを耐水ペーパーで研磨した後、特殊加工（撥水性ではない物質でコーティング、企業秘密）して長い寿命（通常のリードの数倍、6週間連続使用可の例有、高い耐久性）にしたドリームリードが発売された。³⁾そこでRMで選別・調整済のリードの状態を維持する方法として、撥水性物質でコーティングして耐水性、耐久性を持たせる方法を検討した。

予備実験の結果を受け、さらに検討した結果、以下の方法を確立することができた。

有機溶媒を使用せずに、減圧下、90-100 °Cの湯浴中で、撥水性物質を加熱して溶融させたところに新品のリードを浸漬して一定時間保つ。これにより、撥水性物質をリード内部に染み込ませることができる。常圧に戻し、液体の撥水性物質から取り出したリードに付いた余分な撥水性物質を除いてからRMにより選別・調整を行う。

撥水性物質としては精製白色ワセリン(CROLATUM V, VCV)で良好な結果が得られた。未処理のリードと比べ、吹奏時に余り違和感がなく、湿らせない状態からの使用も可能で、演奏時にリードが乾くことを気にしなくてもよくなった。さらに、長時間使った後でも、吹き始めに比べ、アルテッシモ領域の高い音が出にくくなることがなかった。

そこで今回、リードへの水の吸着量、撥水性物質の浸透量などを調べるために定量的な測定を行った。

以上について本報で詳細に報告する。

II. リードをコーティングする予備実験の結果

コーティングは、簡単に膜厚を均一に作るために、リードを、撥水性物質の低沸点有機溶媒溶液に浸漬して取り出す方法（ディップ法）で行うことにした。この方法で、撥水性物質がリードの内部まで染み込むことも期待した。リードは口に入れるので、口に入れても安全なものでコーティングする必要がある。低沸点の有機溶媒は風乾時間を長く（例えば1週間）すれば、蒸発して除去されると予想されたが、どちらも、できるだけ毒性（特に発がん性）が低い物質を使うように心掛けた。

撥水性物質としては以下のもので検討した。

PROACT アクリル (A) スプレー クリア300 mL (コーナン), 硬質塩化ビニル (PVC) 板 [アクリサンデー (株) サンデーシート, 色番100透明, サイズSS 300×300 mm, 厚み0.5 mm], サランラップ [ポリ塩化ビニリデン (PVDC), 旭化成], 硝化綿 (調製品), さらにミツロウ (ミツロウBW, mp 60-67 °C, 三木化学食添), カルナウバロウ (mp 80-86 °C, 小城製薬食添), 白色ワセリン (V, mp 38-60 °C, 大洋製薬日本薬局方), 精製白色ワセリン (CRODA CROLATUM V, VCV, mp 30-70 °C, 54.2 °C*)。mpはSDS, 日本薬局方, 又はメーカー website* より。⁴⁾

A スプレー (SDSでアクリル樹脂7-10%, dimethyl ether, *n*-butyl acetate, ethylene glycol monobutyl ether, xylene含有, 発がん性なし) を50 mL日電ガラスねじ口瓶SV-50A (標準セット) 中にスプレーし, 約半分の量まで液をため, dimethyl etherガスを逃がした。これをacetoneで2倍の体積に希釈し, ディップ用のA溶液を調製した。

1日から1週間までリード (新品, 又は使用中のもの, RM調製済) をA溶液に浸漬し, これを取り出してよく振ってから5日間 (屋外日陰で半日以上, 次いで室内), OA紙の上に放置して風乾した。A溶液で処理した場合, Aはリードによく密着し, 剥がれにくかった。未処理のリードと比べ, 吹奏時に全く違和感がなかった。しかし, Aがリード内部に染み込んでいないのか, 又はコーティングが落ちやすいのか, 吹奏時間が長くなると, リードに水が浸透しているのが観察された。また, 高沸点有機溶媒の残存が匂いとして若干感じられた。安全性を考慮し, 検討を中止した。

50 mLガラスねじ口瓶に入った, PVC板から調製した4%弱PVCのtetrahydrofuran (THF) /acetone (1/1, w/w) 溶液に使用中のリード (RM調製済) を1日浸漬し, これを取り出してよく振ってから1週間, 既述と同様に放置, 風乾した。PVC溶液で処理した場合, リードはA処理のものより水をよくはじいたが, 未処理のリードと比べ, 吹奏時に鳴りが少し重くなったように感じた。また, コーティングが膜として

剥がれやすく, PVCがリード内部に染み込んでいないように思われた。PVC板からは正体不明の白色のTHF不溶物も生成した。

PVC板より安全そうなコーティング材候補として, サランラップ (polyvinylidene dichloride, PVDC) を思い付いた。PVDCはethyl acetate (AcOEt), acetoneには, 目に見えるような溶解を示さず, THFによく溶けた。PVCと同様に50 mLガラスねじ口瓶中で8.0% PVDC-THF (w/w) 溶液を調製し, これに使用中のリード (RM調製済) を浸漬した。PVDC溶液で処理した場合もPVCと同様に水をよくはじいたが, コーティングが膜として剥がれやすく, PVDCがリード内部に染み込んでいないように思われた。PVCやPVDCはリードに密着せず, リードに対する親和性や浸透性が余りないように思われた。なお, PVCやPVDCを溶液にするためにはTHFを使用する必要があった。

ラッカー関連で, 硝化綿0.63 g (調製品) をacetone 50 mLに溶かした溶液にリードを浸漬した。これを取り出して風乾したところ, 表面に生成した白い膜は, 撥水性がなく, 擦ると, 簡単に取れてしまった。硝化綿はリード内部に全く染み込んでいないようであった。

他の安全性の高い撥水性物質として, 入手できた食添のカルナウバロウ, 食添のさらしミツロウ (ミツロウBW), 及び日本薬局方の白色ワセリンV (後日, 精製白色ワセリンVCV) について, 7 mL PYREXスクリーバイアル (30 mL, 又は50 mLガラスねじ口瓶を一部使用) を用いて有機溶媒への溶解性を調査した。結果の概要は前報¹⁾ に示したが, その詳細な結果を表1に示す。

カルナウバロウはドライヤー加熱時には全ての溶媒で溶液が調製可能であった。しかし室温 (夏期で30 °C前後, 以下同様) に冷却すると, 全て沈殿が生成し, 3種類の中で最も溶解しにくいように思われた。

ミツロウBWもドライヤー加熱時には全ての溶媒で溶液が調製可能であった。しかし, 室温に冷却すると, THF以外, 全て沈殿が生成した。室温ではacetoneが最も溶けにくいと思われた。加熱時に最も溶液になりやすく, 沈殿が出にくいのはhexane/EtOH (9/1) の2.5% 溶液であった。

白色ワセリンVはドライヤー加熱時にacetoneでは油状で溶け残り1.0% 溶液ができなかったが, 他の溶媒では全て溶液が調製可能であった。室温に冷却すると, 全て沈殿が生成した。室温ではアルカン類, THF, 及びhexane/THF (1/1) に溶けやすく, hexane/AcOEt (1/1) やEtOHを混ぜた場合は沈殿が多くなり, 2.5% 酢酸エチル (AcOEt) 溶液で最も沈殿が多かった。

3種類の物質の溶解試験で明らかになった傾向は以下のとおりである。

・通常, 一般的な有機物の溶解能が高いと思われる

表 1 カルナウバロウ, さらしミツロウ, 及び白色ワセリンの各種有機溶媒への溶解性の調査

撥水剤	溶媒 1	溶媒 2	撥水剤の質量%	結果
カルナウバロウ 0.20 g	AcOEt 19.80 g		1.0%	加熱時溶解, 室温時沈殿生成
カルナウバロウ 0.10 g	hexane 3.90 g		2.5%	加熱時溶解, 室温時沈殿生成
カルナウバロウ 0.04 g	THF 3.96 g		1.0%	加熱時溶解, 室温時沈殿生成, 加熱時溶けやすい
カルナウバロウ 0.04 g	2MeTHF 3.96 g		1.0%	同上
カルナウバロウ 0.04 g	acetone 3.96 g		1.0%	加熱時溶解, 室温時沈殿生成
カルナウバロウ 0.04 g	hexane 3.56 g	エタノール (EtOH) 0.40 g	1.0%	加熱時溶解, 室温時沈殿生成, THFの次に溶けやすい
さらしミツロウ 0.56 g	acetone 13.44 g		4.0%	加熱時溶解, 室温時沈殿生成
さらしミツロウ 0.11 g	acetone 4.89 g		2.2%	加熱時溶解, 室温時沈殿生成
さらしミツロウ 0.53 g	AcOEt 20.00 g		2.6%	加熱時溶解, 室温時沈殿生成
さらしミツロウ 0.10 g	AcOEt 9.99 g		1.0%	加熱時溶解, 室温時沈殿生成
さらしミツロウ 0.10 g	hexane 3.90 g		2.5%	加熱時溶解, 室温時沈殿生成
さらしミツロウ 0.10 g	heptane 3.90 g		2.5%	加熱時溶解, 室温時沈殿生成, hexane より溶けにくい
さらしミツロウ 0.16 g	THF 3.84 g		4.0%	加熱時溶解, 室温時僅かに濁り有
さらしミツロウ 0.16 g	2MeTHF 3.84 g		4.0%	同上
さらしミツロウ 0.16 g	heptane 3.46 g	EtOH 0.38 g	4.0% (EtOH 10%)	加熱時溶解, 室温時沈殿生成, hexane より溶けにくい
さらしミツロウ 0.16 g	hexane 3.46 g	EtOH 0.38 g	4.0% (EtOH 10%)	加熱時溶解, 室温時沈殿生成
さらしミツロウ 0.10 g	hexane 3.51 g	EtOH 0.39 g	2.5% (EtOH 10%)	加熱時溶解, 室温時沈殿僅かに生成
白色ワセリン 4.00 g	AcOEt 46.00 g		8.0%	加熱時溶解, 室温時沈殿生成
白色ワセリン 0.40 g	AcOEt 9.60 g		4.0%	加熱時溶解, 室温時沈殿生成
白色ワセリン 0.10 g	AcOEt 3.90 g		2.5%	加熱時溶解, 室温時沈殿生成
白色ワセリン 0.10 g	acetone 3.90 g		2.5%	加熱時完全に溶解せず, 室温時沈殿生成
クロラータム V 0.05 g	acetone 4.95 g		1.0%	加熱時完全に溶解せず, 室温時沈殿生成
クロラータム V 0.05 g	acetone 3.96 g	hexane 0.99 g	1.0% (hexane 20%)	加熱時溶解, 室温時沈殿少し生成
クロラータム V 0.05 g	acetone 3.47 g	hexane 1.48 g	1.0% (hexane 30%)	加熱時溶解, 室温時沈殿僅かに生成
白色ワセリン 0.12 g	THF 2.88 g		4.0%	加熱時溶解, 室温時沈殿僅かに生成, 加熱時溶けやすい
白色ワセリン 0.16 g	2MeTHF 3.84 g		4.0%	同上
白色ワセリン 0.12 g	pentane 2.88 g		4.0%	加熱時溶解, 室温時沈殿僅かに生成
白色ワセリン 0.12 g	hexane 2.88 g		4.0%	加熱時溶解, 室温時沈殿僅かに生成
白色ワセリン 0.12 g	heptane 2.88 g		4.0%	加熱時溶解, 室温時沈殿僅かに生成, 最も溶けやすい
白色ワセリン 0.12 g	THF 1.44 g	hexane 1.44 g	4.0%	加熱時溶解, 室温時沈殿僅かに生成, 最も溶けやすい
白色ワセリン 0.12 g	hexane 2.59 g	AcOEt 0.29 g	4.0% (AcOEt 10%)	加熱時溶解, 室温時沈殿僅かに生成
白色ワセリン 0.12 g	heptane 2.59 g	AcOEt 0.34 g	3.9% (AcOEt 11%)	加熱時溶解, 室温時沈殿僅かに生成
白色ワセリン 0.12 g	heptane 2.74 g	AcOEt 0.12 g	4.0% (AcOEt 4%)	加熱時溶解, 室温時沈殿生成
白色ワセリン 0.12 g	hexane 1.44 g	AcOEt 1.44 g	4.0%	加熱時溶解, 室温時沈殿生成
白色ワセリン 0.12 g	hexane 2.59 g	EtOH 0.40 g	3.9% (EtOH 13%)	加熱時溶解, 室温時沈殿生成
白色ワセリン 0.12 g	heptane 2.59 g	EtOH 0.29 g	4.0% (EtOH 10%)	加熱時溶解, 室温時沈殿生成
白色ワセリン 0.24 g	hexane 1.38 g	AcOEt 1.38 g	8.0%	加熱時溶解, 室温時沈殿生成

AcetoneやAcOEtに余りよく溶けない。

- ・通常、一般的な有機物の溶解能が低いアルカン類によく溶ける。
- ・THFには、少し加熱しただけで簡単に溶解し、室温でも溶けやすい。なお、THFの代替溶媒である2-methyltetrahydrofuran (2MeTHF)でもTHFと同様の結果が得られた。

以上の結果と水との混和性も考慮し、50 mLガラスねじ口瓶に白色ワセリンVの4%、50% THF溶液、又はミツロウBWの4%THF溶液を加熱して調製した。これらにリード（新品、又は使用中のもの、RM調製済）を数枚ずつ浸漬し、固く蓋をしてから溶液の状態が保たれるようにファンヒーターの前で暖めながら約4時間放置した、取り出してよく振ってから1週間、既述と同様に放置、風乾した。なお、白色ワセリンVの50% THF溶液では取り出したリードをティッシュペーパーで拭いてから風乾した。

得られたリードは、水を掛けると、最初はよく水をはじき、ミツロウBWの方が顕著であった。演奏に使用していくと、次第に水のはじきが悪くなり、だ液や水でぬれるようになった。ミツロウBWの方が見掛け上、湿ったことがよく分かった。白色ワセリンVやミツロウBWがリードの内部まで余り染み込んでおらず、少しずつコーティングが剥がれていくと推測された。一方、後述するように、未処理のリードと比べ、優れた特性を示し、非常に有望であることが判明した。

THFは低沸点（66℃）ではあるが、発がん性〔GHS分類で区分2（ヒトに対する発がん性が疑われる）、ACGIHでA3（動物実験では発がん性が確認されているが、人との関連は不明な物質）⁵⁾〕が明らかになってきている。PVCやPVDCを溶液にするためには必要不可欠であった。白色ワセリンVやミツロウBWにも良い溶媒であったが、使用を避けるべきであると考えた。THFは特有のいやな臭いがあり、溶解能が大きく、THFやその溶液の保存容器の蓋で次の問題も生じた。実験に使った50 mL日電ガラスねじ口瓶SV-50A（標準セット）のPP製蓋、及びソフトロン〔ポリエチレン（PE）PP貼り〕製パッキン（ライナー）はTHF、及びTHF溶液の保管には適さず、4か月でPP製蓋は膨潤し、ねじが役に立たない状態になり、ライナーも溶けて変形してしまった。フェノール樹脂（又はメラミン）製蓋とテフロン貼りシリコン製ライナーを用いたほうが良かったかもしれない。ちなみにPP製蓋はトルエンでも膨潤することが判明した。試薬メーカーが、試薬の容器や蓋にどのような材質を使っているか、情報が入手できると、保存のために非常に参考になると思う。

最終的に、白色ワセリンVやミツロウBWの融点が低いことに気付き、撥水性物質を湯煎で加熱して溶融し、その中にリードを浸漬させて溶媒なしで行うこと

を思い付いた。さらに、溶融してできた液体をリードの内部まで染み込ませるために、ダイヤフラムポンプで減圧状態にすることにした。後述する装置を用い、新品のリードそのものを使って実験を行い、定性的なデータのみならず、定量的なデータも得ることにした。

Ⅲ. リードを減圧下撥水性物質で処理する実験

1. 器材

電子天びん（0.01-6200.00 g）、電子分析天びん（0.1 mg-220.0000 g）、ダイヤフラムポンプ（Büchi V-500, 10 hPa, サイレンサー付）、クニフロンチューブ（外径12 mm, 内径6 mm, 長さ170 cm）、アルコール温度計（0-100℃, 両端をシリコンチューブで保護）、三足スタンド（60 cm）、クランプ・ムッフ（各3個）、ミニクランプ（温度計固定用）、アルミ雪平鍋（直径20 cm）、PYREX試験管（IWAKI TEST30NP, 30×20 mm, 1本, TEST21NP, 21×20 mm, 4本, 36×25 mm, 1本, 40×20 mm, 1本）、テフロン三方コック（足外径8 mm, 内径6 mm, シリコンゴム栓No. 5付3個, No. 9付, No. 11付, No. 13付各1個）、50 mL PP製広口瓶（アズワン, アイボーイ5-002-01）2本、ステンレス（SUS）ピンセット（15 cm, 30 cm各1本）、シリコンゴム製シーラムキャップ（15/25用4個, 29/42用2個）、50 mLガラスねじ口瓶（日電SV-50A, 蓋のみPPからメラミンに変更）2本、ヘアードライヤー（吹き出し風110℃）、リード〔Vandoren traditional 3（V3.0）、3.5（V3.5）、Zonda Supreme 3.5H（Z3.5H）〕。

特級、又は1級試薬〔hexane, acetone, ethanol（EtOH）〕、さらしミツロウ〔BW, 三木化学食添, $d = 0.95-0.97$ （20℃）〕、精製白色ワセリン〔VCV, CRODA CROLATUM V, $d = 0.81-0.88$ （60℃）〕、Paraffin Wax-115〔PW, 固形パラフィン, mp 48℃, 日本精蠟, $d = 0.76$ （80℃）〕、パーム極度硬化油〔PO, 水添パーム油, mp 59℃, 横関油脂工業食用, $d = 0.867$ （80℃）〕。

2. リードに吸着されている水分の量の測定

アルミパックから取り出したリード（V3.0）10枚をPPケースから出して質量を量り、PPケースに戻した。次いで、そのうち8枚（No. 1-8）を、PPケースのままTEST30NPに入れ、室温下、ダイヤフラムポンプで減圧処理し、2時間後、常圧に戻して質量を測定した。2枚（No. 9, 10）はPPケースのまま部屋に放置し、2時間後（室温26.6→28.6℃, 湿度51.3→58.5%）に質量を測定した。1晩後（室温29.9℃, 湿度59.7%）、10枚（No. 1-10）の質量を測定した。その後、2枚（No. 9, 10）については、同様に室温下、ダイヤフラムポンプで減圧処理し、1時間、2時間、3時間30分後に常圧に戻して質量を測定した。

3. リードに吸収される水の量の測定

長期開封保存してあった新品 V3.5 3枚 (No. 2, 9, 10) を, PP ケースから出して質量を量った後, 2. と同様に, 室温下, 減圧処理し, 2時間後, 質量を測定した。試験管 TEST30NP に水を入れ, そこに PP ケースから出したリードを, チップが下になるように浸漬させた。室温下, ダイヤフラムポンプで減圧処理し, 30分後, 常圧に戻して取り出し, ティッシュペーパーで拭いてから素早く質量を測定した。その後, PP ケースに入れ, 室温で2日間放置 (室温 31.8→28.1 °C, 湿度 61.9→36.7%) してから, リードの質量を測定した。続けてこれらリード3枚を, 50 mL PP 製広口瓶に入れた水に20分間 (室温 28.1→25.9 °C, 湿度 36.9→42.0%), チップが下になるように浸 (写真1参照) し, 通常の方法で湿らせた後, ティッシュペーパーで拭いてから素早く質量を測定した。



写真1 リードの通常の湿らせ方。

4. リードのVCVによる加熱減圧処理 (写真2参照)

PYREX 試験管 (40×20 mm) に VCV を入れ, 脱気するために三方コック付きの栓を試験管に取り付けた。減圧しながら試験管をアルミ雪平鍋の湯 (90-100 °C) に入れ, クランプで固定して湯煎にして VCV を溶解させ, 液体の状態の下から 8 cm ぐらいになるようにした。クランプから外し, 常圧に戻し, 三方コック付きの栓を試験管から外し, この液体に水分を測定した後のリード (V3.0) 10枚を, チップが下になるようにピンセットを使い浸漬させた後, 栓を取り付け, クランプで固定して湯煎にして減圧した。最初は激しく泡立ったので, VCV の液体が吹き出てこないように, 三方コックを少しずつ注意深く開いていき, 減圧していった。コックを全開にして吹きこぼれなくなるまで (写真3参照) に約30分を要した。全開にしてから2時間30分 (全3時間) 湯 (90-100 °C) で加熱減圧を続けると, 最終的には少しだけ泡立った状態になった (写真4参照)。ポンプから切り離し, 加熱を続けながら, 約20分掛けてゆっくりと常圧に戻した。栓を外し, リードをピンセットで取り出し, ティッシュペーパーの上に置いた。手早くリードに付いた余分な VCV を別のティッシュペーパーで拭き取り, 直ちに質量を測定した (写真5)。その後, 写真5下の状態で部屋に放置し, 2時間後 (室温 28.3→26.0 °C, 湿度 63.4→56.0%), 及び1晩後 (室温 26.0→32.8 °C, 湿度 56.0→58.7%) に質量を測定した。7日後 (室温 28.1 °C, 湿度 50.2%, 前日に前処理¹⁾, 及びRM処理) にも質量を測定した。



写真2 リードの加熱した撥水物質による減圧処理。太い試験管は VCV で加熱減圧中, TEST21NP (左) は PW, (右) は PO で使用後保管のもの。ガスコンロの上のアルミ鍋の湯浴 (90-100 °C) 中で加熱。三方コックのクニフロンチューブはダイヤフラムポンプ (V-500) に接続。



写真3 全開で減圧可能時。



写真4 減圧加熱終了時。

5. VCV処理リードに吸収される水の量の測定

上記 VCV 処理リード (RM 処理後, V3.0) 10枚を 50 mL PP 製広口瓶2本に入れた水に, 3. と同様に5枚ずつ浸した。20分後, No. 10からNo. 1の順に取り出し, ティッシュペーパーで拭いてから素早く質量を測定した。5分後には測定は終了した。

6. V3.5を使用したVCV処理リード作成実験

長期開封保存してあった新品 V3.5 9枚 (No. 2-10, No. 2, 9, 10は既述) を用いて同様の操作で VCV 処



写真5 VCVによる加熱減圧処理後のリード

理リードの作成を行った。

V3.5 9枚 (2-10) を2時間室温で減圧処理し、質量を測定した。これらを50 mLガラスねじ口瓶に調製 (VCV 0.50 g, acetone 35 mL, hexane 15 mLを混合) した1% (w/v) VCV-acetone/hexane (7/3, v/v) 溶液に3時間浸漬させた。リードをピンセットで取り出し、そのまま、既述と同様に、脱気した加熱VCVの液体に浸漬させ、3時間、加熱減圧処理 (コック全開まで45分) を行った。リードをピンセットで取り出し、直ちに質量を測定した。

7. 前処理によるVCV処理リードの質量減少の調査

上記6. で調製したVCV処理リードを2組 (No. 2-5, 及びNo. 6-10) に分け、耐水ペーパー #2000による前処理で減少する質量を測定した。調製の翌日 (室温33.1→31.6℃, 湿度52.7→62.0%), VCV No. 2-5の質量を測定し、そのうち2枚 (No. 2, 3) は前処理し、2枚 (No. 4, 5) は、そのままの状態に放置した。前処理終了後、VCV No.2-5の質量を再び測定した。

引き続き、もう1組 (No. 6-8前処理あり, No. 9-10) で同様に質量の測定を行った。

8. BW処理リードの作成実験

4. 5. 7. と同様の操作でBW処理リードの作成を行った。リードはV3.5 (長期開封保存新品) 5枚, 又はZ3.5H (長期保存新品) 6枚を使用した。加熱減圧する試験管はTEST21NPを用いた。

V3.5 5枚は室温2時間減圧処理の後、減圧加熱処理 (初期の泡立ちがVCVより激しい。コック全開から2時間) した。同様に常圧にしてからリードをティッシュペーパーの上に取り出した。これらをドライヤーで加熱して固まった余分なBWを溶かし、ティッシュペーパーで拭き取った。室温に戻ったリードの質量を直ちに測定した。その後、引き続き耐水ペーパーによる前処理を行い、質量を測定した。これらのリードを既述と同様に水に20分間浸してからの質量を測定した。

Z3.5H 6枚についても上述と同様の操作で実験を

行った。ただし、リードを2時間減圧処理の後、減圧加熱処理 (コック全開から2時間) する前に、70℃の湯浴で加熱して50 mLガラスねじ口瓶に調製 (BW 0.25 g, EtOH 39.14gを混合) した6.3% (w/w) BW-EtOH溶液に3時間浸漬させた。リードを取り出し、そのまま少し乾いた状態で、BWの液体に浸漬させ、同様に加熱減圧処理を行い、引き続き耐水ペーパー前処理を行った。リードへの水の吸収量は測定しなかった。

9. PW, PO処理リードの作成 (予備実験)

8. のBWと同様の操作 (EtOH溶液処理は行わず) でZ3.5H (長期保存新品) 8枚を用い、VCV処理リード4枚 (No. 1-4), PW処理リード2枚, PO処理リード2枚を作成した。耐水ペーパーにより前処理後、RMで調整し、現在、自分で使用して特性を確認中である。

IV. 実験結果

1. リードに吸着されている水分の量

真空ポンプや酸化リン(V)入デシケータが手元がないので、ダイヤフラムポンプ (10 hPaまで減圧可) を使用して実験を行った。

アルミパックから取り出し直後のV3.0 10枚の1枚当たりの平均質量は0.7561 g (分布範囲0.7022-0.7858 g) であった。これらを室温下、ダイヤフラムポンプで2時間減圧すると、平均質量0.7262 g (乾燥質量とする) となり、水分と思われる減少した平均質量は0.0299 g (分布範囲0.0277-0.0325 g) で、乾燥質量基準で4.1%であった。なお、V3.0 2枚を用い、ダイヤフラムポンプの減圧時間を1時間、2時間、3.5時間で減少質量を調べたところ、3.5時間の場合 (乾燥質量基準で4.5%) に比べ、1時間で76.7%, 2時間で93.6%の減少となった。このことから、以降の減圧乾燥時間を2時間と決定した。

長期開封保存新品のV3.5 9枚の減圧後の1枚当たりの平均質量は0.7483 g (分布範囲0.6923-0.8029 g) であった。2組に分け、異なる条件から減圧された3枚の1枚当たりの平均減少質量は0.0298 g (分布範囲0.0259-0.0329 g, 乾燥質量基準で3.9%), 6枚の1枚当たりの平均減少質量は0.0202 g (分布範囲0.0173-0.0231 g, 乾燥質量基準で2.7%) であった。

別の長期開封保存新品のV3.5 5枚の減圧後の1枚当たりの平均質量は0.7114 g (分布範囲0.6955-0.7562 g) であった。減少した平均質量は1枚当たり0.0266 g (分布範囲0.0257-0.0274 g) で、乾燥質量基準で3.7%であった。

長期保存新品のZ3.5H 6枚の減圧後の1枚当たりの平均質量は0.7954 g (分布範囲0.7382-0.8644 g) であった (減少質量未測定)。

以上のことから、条件によって変わるが、少なくともリードVには3.5%の水分が吸着していると推測された。V3.0とV3.5の減圧後の平均質量に差がなく、V3.5は、ばらつきがあるように思われた。Z3.5HはV3.5より減圧後の平均質量が大きかった。

2. リードに吸収される水の量

V3.5 3枚を使用した実験より、水に浸漬し、30分間減圧処理した場合、1枚当たりの平均増加質量は0.3091 g (分布範囲0.2791-0.3403 g) で、平均乾燥質量 (0.7762 g) 基準で39.8%であった。

一方、上記と同じV3.5 3枚を使用し、通常にリードを湿らせる方法で、水に20分間浸した場合、1枚当たりの平均増加質量は0.1649 g (分布範囲0.1446-0.1902 g) で、平均乾燥質量 (0.7762 g) 基準で21.2%であった。

リードには、通常に湿らせる方法で、乾燥質量の2割、減圧すると4割という大量の水が吸収されることが分かった。

3. リードに吸収されるVCVの量

液体のVCV中で加熱減圧処理した場合、V3.0 10枚を使用した実験では、1枚当たりの平均増加質量は0.0641 g (分布範囲0.0499-0.0758 g) で、平均乾燥質量 (0.7262 g) 基準で8.8% (密度で水に換算すると10.4%) であった。別のV3.5 9枚を使用した実験では、加熱減圧処理の前に、VCVが有機溶媒と共にリード内部に浸透することを期待し、1% (w/v) VCV-acetone/hexane (7/3) 溶液にリードを3時間浸漬する操作を加えた。1枚当たりの平均増加質量は0.0854 g (分布範囲0.0761-0.1060 g) で、平均乾燥質量 (0.7483 g) 基準で11.4% (水に換算すると13.4%) であった。

VCVで2時間加熱減圧処理したリードは、多くても水で減圧処理した場合の3分の1しか吸収されていないことが判明した。今後、VCVの有機溶媒溶液による処理は、安全でリードを膨潤させるような別の溶媒で検討したい。

4. リードに吸収されるBWの量

液体のBW中で加熱減圧処理した場合、V3.5 5枚を使用した実験では、1枚当たりの平均増加質量は0.0697 g (分布範囲0.0583-0.0811 g) で、平均乾燥質量 (0.7114 g) 基準で9.8%であった。Z3.5H 6枚を使用した実験では、加熱減圧処理の前に、BWがEtOHと共にリード内部に浸透することを期待し、70℃に加熱した6.3% (w/w) BW-EtOH溶液にリードを2時間浸漬する操作を加えた。1枚当たりの平均増加質量は0.0813 g (分布範囲0.0765-0.0871 g) で、平均乾燥質量 (0.7954 g) 基準で10.2%であった。

BWで2時間加熱減圧処理したリードは、水で減圧処理した場合の4分の1しか吸収されていないことが

判明した。BWのEtOH溶液による処理は、効果が見られなかった。

5. 前処理によるVCV処理リードの質量減少

V3.5 9枚のうち5枚を使用した実験では、耐水ペーパーによる前処理の前後で0.0081 g (分布範囲0.0073-0.0086 g) 減少し、平均乾燥質量 (0.7358 g) 基準で0.6%であった。

6. 前処理によるBW処理リードの質量減少

V3.5 5枚を使用した実験では、耐水ペーパーによる前処理の前後で0.0018 g (分布範囲0.0013-0.0023 g) 減少し、平均乾燥質量 (0.7114 g) 基準で0.3%であった。

Z3.5H 5枚を使用した実験では、前処理の前後で0.0010 g (分布範囲0.0004-0.0016 g) 減少し、平均乾燥質量 (0.7954 g) 基準で0.1%であった。

前処理やRM処理によるリードの質量減少は僅かであると考えられた。

7. VCV, 又はBW処理リードに吸収される水の量

VCV処理したV3.0 10枚を使用した実験より、水に20-25分間浸した場合、1枚当たりの平均増加質量は0.1000 g (分布範囲0.0836-0.1224 g) で、平均乾燥質量 (0.7262 g) 基準で13.8%であった。

BW処理したV3.5 5枚を使用した実験より、水に20分間浸した場合、1枚当たりの平均増加質量は0.1649 g (分布範囲0.1446-0.1902 g) で、平均乾燥質量 (0.7114 g) 基準で19.1%であった。

VCV, 又はBW処理リードは水をはじくにもかかわらず、水に浸漬すると、水を吸収することが分かった。VCV処理V3.5は非処理のV3.5に比べて3分の2、BW処理V3.5は9割の水を吸収した。

V. 考察

文献⁶⁾に、以下のことが記載されていた。

アシ材の柔細胞が水による飽水と、その乾燥が繰り返される度に顕著な落ち込みを生じ、再飽水させても一部回復せずに蓄積されていく。一方、製造過程の問題で初期から顕著な落ち込みがあった場合、乾湿繰り返しによって一部回復する。これらなどが原因で、リード裏面が凹状、凸状に変形しマウスピースの平面部との密着性が悪くなる。また、極めて薄いリード先端部の飽水状態の柔細胞が、乾燥に伴い落ち込み、波打ちの原因となる。リードの変形を小さくするには、乾燥は低温で速やかに行う。EtOHに浸漬、あるいは減圧下で乾燥することで落ち込みの残留が抑制される。高湿度で60℃以上に12時間加熱(蒸煮)すれば、落ち込みが、ほとんど回復する。3時間煮沸でも落ち込みが回復するが、乾燥する際に再び落ち込みを生じる。

以上のことから、リードを煮沸、又は湯に浸漬後、EtOH置換し、減圧乾燥するのが落ち込みを少なくする良い方法であると推測された。

また、リードのへたり（弾力の喪失、変形）を防ぐため、なるべくリードが飽水状態と乾燥状態になるのを繰り返さないように、リードを撥水性物質で処理して耐水性を持たせることを考えた。ただし、この方法は文献⁷⁾ではリードの安定を早める方法として紹介されているが、推薦していない。

撥水性物質V、VCV、PW、BW、POのうち、入手したBWとPOは食品用規格で安全性が高い。Vは日本薬局方で、VCVは日本薬局方白色ワセリンに適合している。VやVCVは化粧品、保湿剤、リップクリームなどに使われており、食品用規格ではないが、有害性はほとんどなく、安全性は高いと思われる。PWは固形パラフィンで融点が48℃と一番低く、パラフィンパックやパラフィン浴などに用いられているとのことである。ただし、有害性がなく、安全性が高いという保障はない。したがって、今後、食用可のPWが入手できない限り、PW以外のV、VCV、BW、POで調査を進めるつもりである。BW、POと異なり、VやVCVは加熱減圧処理後にリードに残ったものを拭き取って除くのにドライヤーを必要とせず、常温ではとても柔らかい固体であり、現時点では以下の点から一番有望と思われる。

- ・未処理のリードと比べて演奏時に余り違和感がない。
- ・湿らせない状態からの使用も可能。
- ・演奏時にリードが乾くことを気にしなくてもよい。
- ・湿らせずに、そのままリードカッターで処理しても、チップがきれいにカットされ、チップが割れたり欠けたりすることがない。
- ・長時間（1-2時間程度）使った後でも、吹き始めに比べ、アルテシモ領域の高い音が出にくくなることはない。
- ・新品のリードを撥水性物質で減圧加熱処理してから前処理し、RMで選別・調整すれば、使用していても乾いたときにチップが波打つことがない。長期間使用してから、撥水性物質で減圧加熱処理したものは乾燥時に波打ちがある（写真6参照）。



写真6 リードの波打ち。

PW、BW、POで処理したリードも現在、自分で使用して特性を確認中であるが、VCV処理リードと同様、問題なく演奏に使用できる。耐久性のチェックが必要である。

今回の実験でVCVやBWで処理したリードは水をはじくのではなく、吸収することが判明した。一方、吸水により、リードに柔軟性が生まれ、良い効果が出

ているようにも感じられた。市販の樹脂リードでSilverstein WorksのALTA AMBIPOLY REED⁸⁾は水を吸収するポリマー製で、樹脂製リードで再現できなかった天然ケーン特有の倍音豊かな響き生まれ、6か月保障のある耐久性で調整も可能。ただし最初に、吹き込みによるなじませが必要とのこと。目指すのは、この方向ではないかと考えられた。

リードの撥水性物質による加熱減圧処理でVCVでは水の3分の1、BWでは水の4分の1しか吸収されなかった。撥水性物質を水と同程度までリード内部に浸透させる方法として、撥水性物質の有機溶媒溶液でリードを前処理して膨潤させ、撥水性物質を溶媒と共に浸透させることを考えた。木材主要構成成分の吸着性のデータ⁹⁾があり、水を基準とした有機溶媒の相対膨潤率がメタノール>EtOH>acetoneの順であることが報告されていた。現時点ではBWのEtOH溶液による前処理では効果が見られなかった。

ここで、論文¹⁾を含め、これまでの補足をする。

- ・RM選別・調整の前処理ではリードの削ってある部分を耐水ペーパー #2000で擦る、表面はヴァンプからチップの方向に大方滑らかになるまで磨く。裏面はリードをガラス板の上の耐水ペーパーの上で上下左右に動かす。平らで滑らかになり、斜め横から見ると、鏡面のように光るまで磨く。ただしチップから2 cmぐらいの部分は必ずヒールからチップの方向に擦るようにする。
- ・前処理後のRM選別・調整は耐水ペーパー #1000で表面、裏面ともにチップから1-1.5 cmの部分のみを削る。文献⁷⁾のような調整は大変なので、削るのは市販リードの微調整にとどめる。
- ・RMではリードの薄い厚いは簡単には判定できない。選別・調整後に薄いと感じられる、選別・調整後に使用して薄くなってきたと感じられる、又はチップが僅かに欠けたリードは、リードカッターで、ごく僅か（目標0.1 mm）ずつカットして形を整えてやれば、そのまま使える場合が多い。RMのプロープはチップから1-1.5 mm付近を測定しており、僅かのカットではグラフの対称性が大きく崩れることはなかった。チップの欠けはミストーンにつながるようである。厚いと感じた場合は裏面全体を耐水ペーパー #1000で擦り、調整する。
- ・新品のリードをRMで選別・調整してから、撥水性物質による加熱減圧処理を行うより、新品のリードを、そのまま、撥水性物質による加熱減圧処理し、その後、RMで選別・調整する方がよい。以下の図1に示すように、調整してから加熱減圧処理すると、処理後に、再調整する必要がある場合が多い。
- ・表面、次いで裏面を調整の後、再度表面を検査すると、表面のグラフの対称性が崩れ、再調整が必要であった。再調整後、再び裏面を検査すると、

少し対称性が崩れていることがあった。これを崩れがなくなるまで繰り返す。調整をナイフによる維管束切りでなく、耐水ペーパーで行っていることが原因であると推測された。調整前のグラフの対称性の崩れが大きいリードは無理に調整せずに廃棄する方が賢明である。表面、裏面、どちらも微調整で済んだ場合は、反対の面に影響が出ることは、ほとんどなかった。

- ・ 長期間使用してから、撥水性物質で減圧加熱処理したリードは、演奏中にへたりが出たり、乾燥時に波打ちを生じたりすることが多い。無駄になる。

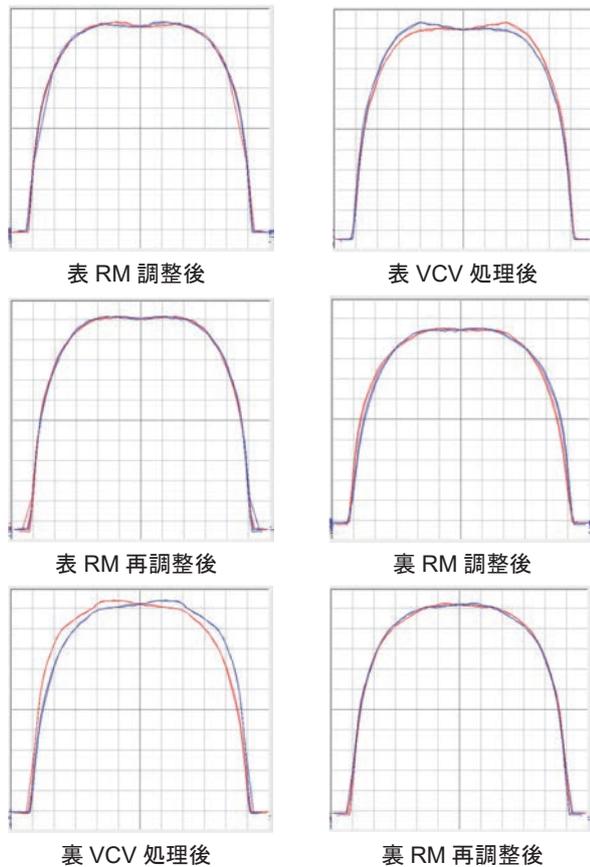


図1 V12 3.0-7 表面、裏面のRM調整、VCV処理経過を示すグラフ。

VI. おわりに

これまで、自分で使用する以外に、既にRMでリードを調整して提供したことがある吹奏楽団のクラリネットが上手な人に、V12のVCV処理品を試してもらい、演奏会でも使用可能であると高評価を得た。現

在、別の人にV3.0のVCV処理品の評価を依頼しており、今後、データを、もっと集積したい。特に重要な耐久性のデータは自分自身で使用したリードのみである。

撥水性物質を水と同程度にリードに染み込ませるための方法、その一つとして有機溶媒溶液によるリードの前処理をVCVなどで再検討したい。

RMのプローブの位置(チップから約1mm)を、もっとヴァンプの方向へ移動させて測定し、結果を比較することも考慮中である。

引用・参考文献

- 1) 戸谷義明 愛知教育大学研究報告 2023, 72(自然科学編), 41-49.
- 2) 以下のWebサイト (2023年9月19日閲覧).
D'Addario > woodwinds > clarinet reeds > PLASTICCOVER BY D'ADDARIO Bb CLARINET REEDS <https://www.daddario.com/products/woodwinds/bb-clarinet/bb-clarinet-reeds/plasticcover-by-daddario-bb-clarinet-reeds/>
- 3) 以下のWebサイト (2023年9月19日閲覧).
心が奏でるクラリネット ~夢を叶えるドリームリード~> Dream Reed <https://kazuo-fujii.jimdofree.com/dreamreed/>
Dream Reed > 日本語 > ケーンとプラスチックの間を狙ったリードの革命 <https://www.dreamreed.com/japanese>
ブリーズ楽器 > News & Topics > リードの革命! ドリームリード (Dream Reed) <https://breezegakki.com/news/505.html>
- 4) BW, PW, PO, VCVのSDSは購入先の山桂産業株式会社 (大阪) より入手。
以下のWebサイト (2023年9月24日閲覧).
クロラータムVのデータシートダウンロード <https://www.crodapersonalcare.com/ja-jp/crodadownloads/?dtype=11&litid=9306&lngid=9>
- 5) 以下のWebサイト (2023年9月21日閲覧).
NITE統合版 政府によるGHS分類結果 テトラヒドロフラン <https://www.nite.go.jp/chem/ghs/m-nite-109-99-9.html>
- 6) 小幡谷英一 木材研究・資料 1996, 32, 30-65.
- 7) 傳田文夫 クラリネット・サクソフオンのためのシングルリード調整法; 芸術現代社: 東京, 1996. ISBN: 4874631320.
- 8) 以下のWebサイト (2023年9月24日閲覧).
ALTA AMBIPOLY REED <https://www.silversteinworks.jp/altaambipolyreed>
- 9) 中谷丈史, 石丸優, 飯田生穂, 吉田裕三 木材学会誌 2006, 52(5), 285-292.

(2023年9月25日受理)