

性にして且つ近視的ならずとせんや。顧みるに明治三十年我國諸工業の發展に連れ又國防上の見地より製鐵業の忽にすへからざるを知り製鐵調査會の進行に基き始て製鐵所設置の實現となり、同三十二年作業開始せられたるか、其後十餘年間發育の時代に於て毎年損失に損失を重ねたるも國民克く忍耐して之を維持繼續せしめたるを以て日露戰役に於て多大の効果を實現し、又這回大戰に於て輸入杜絶に會したるも不充分ながら國家國民の必需に應ずるを得たるもの全く彼の十數年の損失を顧みず之を維持したること即ち保護扶育に努めたる賜に外ならず、若し多年の損失に畏怖し之を放擲し去りたりと假想せば如何今日迄の窮狀測り知るへからざるや明なり。今や我か製鐵業は一時の好運に乗して急速なる發展を爲したりと雖も、其發展の急速なりしたけ根底の不安なるものあり、此際強烈なる外來の侵迫に委して顧みさるときは官營製鐵所も民間製鐵所も經營困難に陥り結局共倒れに了らんこと火を睹るよりも明なり豈に寒心の至りならずや是れ予か大聲疾呼して世間有識者の猛省を促す所以なり。

日本刀中の沸及匂に就き

(東京帝國大學工學部日本刀研究室報告第三)

倭 國

一、緒 論

二、沸及匂の解説及其發生の理

三、沸及匂の實用上の價值及結論

一、緒 論

日本刀中の沸及匂に就き

日本刀の刀身上に種々なる模様を現出す、之に對して古來名を附して沸匂ヒキヒク移り、稻妻砂流イナヅマ、チケイ、打ノケ、金筋等キンズネと稱せり、此等の内に或は刀劍の實用上何等効果のなきもの存すへきも又中には大なる關係のありと考ふへきものも存在す、而して現に刀劍を愛翫し又は之を鑑定する場合に此等の模様を辿り之に頼るものあるか如し、余や古來數百年來我國國民の尙武の氣象を養成する其中心と成り居りし日本刀の研究を爲すに際し、先づ此等の模様を探穿し科學上に之か説明を致さんと欲せり、中にも沸と匂とは古來屢々日本刀の魂と稱して最も尊重するものありしを以て茲に研究せし結果に就き報告する所あらんとす。

日本刀は其の之を鍛造し又は焼入を爲す作業に於て一般洋式の刃具類に比し大に其の趣きを異にするものとす、即ち日本刀の刃部に當る部のみ充分に焼入をなし硬度を附與しあるも、其棟部背に當る個所に至りては一般に充分なる焼入作業の効果を加へざるのみならず往々鐵其ものゝ素質大概ね刃部に比して柔軟なりとす、之れ日本刀の特徴とする要點の一にして恰も今日最も進歩せる作業を経たる装甲鋳と同一なる特點を有するものとす、其外部は飽まで硬く而して其内部は充分なる柔軟性を保有すへきものとせり、洋式の刀劍類に至りては大概ね異なりたる作業を経たるものにして刃部も棟部も同一様の鐵質より成り焼入れ焼戻し

第一圖 刃文



の方法も大略同一程度に準せしものとす、歐米に於て古昔装甲鋳を製造するに當り復鋳コンパウンドを使用せし時期ありたり、日本刀は夫れに類似せる鍛合法に據り之を製作せし上今日最も進歩せる調製法に據り之を加工仕上げせしものとす、日本刀の刃部は焼入を遂げしも棟部に至りては前記せる如く焼入の結果表はれざるものとす、兩者の境界は第一圖の如き所謂刃文と稱する部にて此處に沸又は匂を生ず、其他の部即ち

平地に於ても同一様のもの現出することありとす。

沸又は匂なるものは刀身を凝視せし際に眼に映する模様なるを以て其視角の如何により大に其趣を異にすへし、余や元來日本刀の鑑定法に甚た迂遠なるを以て大に了解に苦めるも沸、匂に就き左の見解を有せり。

沸は刀身を正面に探る即ち眼に入るへき光線を刀身面上に垂直になし之を認むることを得へし、而して沸は美麗なる光澤を帶ふ古書に所謂塗物に銀の砂子を振ひ掛けたる如しと形容せるものとす、匂に至りては正面より窺ふ場合一寸した光線の反射せる具合に應じて現出すへきも多くは所謂刀身を光線に透して視る時、即ち光線の來る方向に前に刀身を出し眼を刀身面に二、三十度の傾斜を保持して刀に沿ふて反射する光線を眼に映せしむる時に匂明瞭となるへし、即ち焼刃境より刃先へポツと春霞か棚引く如く又白く烟の如しと形容せるものとす之を匂と呼唱せり。

以上の次第なるを以て沸は之を一々指摘することを得るも、匂に至りては之を距り望み見て云々するものなるを以て之か解説をなすこと困難を伴ふへし。

二、沸及匂の解説及其發生の理

沸は刀身上特に之を指摘することを得るを以て之を顯微鏡下に廓大し又は適當なる試薬にて處理し其本來を明白になすは極めて容易なりとす、斯くして之を解説せんに沸は組織學上マルテンサイトと稱するものにして刀の地金中に塊となつて存在せり、而して刀を琢磨したる其表面上には恰も地圖上の島の如く現出す、其島の周圍は多くはトルースタイトより成立せり、又刀身上の平地に於ける地沸は此等焼刃境に於ける所謂刃沸と同一物と認むへきことと然らざることとあるか如し、第二圖の顯微鏡寫眞は第十號清貞刀中の沸を百二十五倍に採寫せるものとす。

匂に至りては刀身を放れて望み霞の如く又烟の如く懸ると稱せらる、之か實體を檢查せんとして

11
之に近つけは差異ある模様を示すを以て其解説を得るに困難を覺ゆへし。

今其句のある局處を金屬用顯微鏡にて検査せしものを第三圖に示せり、是に由りて之を判するに句は沸と同一にして僅に夫に比しマルテンサイトの塊小且つ其數の多き差あるのみ、嘗て余は之に關し大正二年東京砲兵工廠に於て講演せる際に發表せし所あり、句に就ては多少補足すへき點あれば今茲に重ねて之を論述し充分に之か説明を附せんとす、燒刃境の沸はマルテンサイトの塊か比較的大にして其周圍のトルースタイトの厚みか比較的薄き場合に現出す、併し或種の地沸に至りてはマルテンサイトのみ孤立し、其周圍はトルースタイト又はソルバイトより成立せるを以て後者の厚みに就き一般的の沸の解説を得難きか如し、故に單純にマルテンサイトの塊大なり否偶然に刀身上に現出せる其塊の切斷面の大なる場合に之を沸と稱すへしとなすを穩當とす、沸の大きさは其徑〇三耗に達するものあり、沸は刀身に於て殊に光澤を有す、今其理を考ふるに刀身を研く際光澤を出しヌグヒをかくれば沸なるマルテンサイトは其周圍部に比し硬度大なるを以て格別に能く琢磨され光澤を生す、之に反して其の周圍部は研磨に際し使用せし水の爲め腐蝕され其色黒色に變すへし、此の黒く著色せしものは實際に黒き物體即ち光線を吸収する物體の存在に基くことあるへし、又局部腐蝕せられ爲めに凸凹を發生せしに因ることあるへし、此等の變色せらるゝ程度は沸の周圍に存在すへきトルースタイトなる組織に於て最も著しとす、是れ組織學上常に認むる現象とす、而してマルテンサイトを遠さかる部分に出てるソルバイト又はパーライトに至りては其變色する程度遙かに少しとす、刀身中の沸は何れの部にあるを問はず特別に光澤を出し其周圍部に抜んで、現出せるは此理由に起因すへし、(地沸に就きては更に報告する所あるへし)

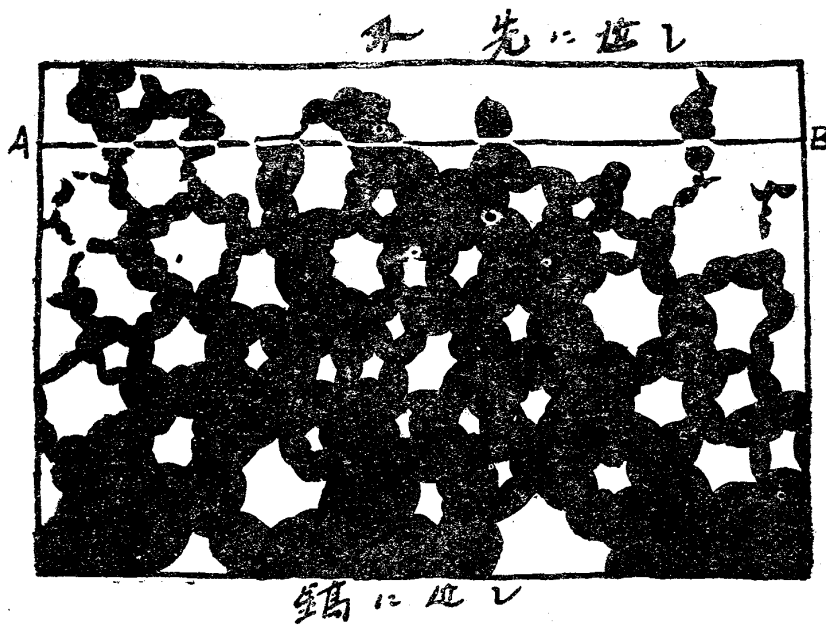
句に至りては前記せる如くマルテンサイトの塊とトルースタイトと相夾雜して現出せり、其全部を一括して句と稱すへきものと思ふ、即ち組織學上稱する二ツの異なる相より成立するものに相

當すへし。

マルテンサイトは硬くトルースタイトは比較的軟き組織なり、硬度を測定すへき種々なる方法あり、今マルテンサイト硬度計を用ひ二十の重量を乗せたる金剛石の針先にて刀身上に線を引き其條痕の有する幅を顯微鏡にて測定し之に據り硬度を計算せるに十三號汎隆刀切先に近き部に於て左の

第五圖 匂の見取圖

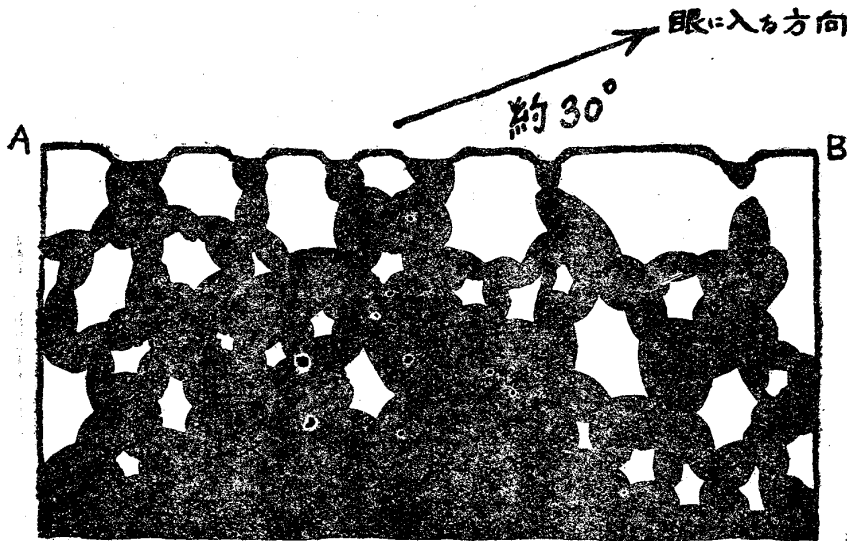
平面圖



白地 トルースタイト
黒地 マルテンサイト

日本刀中の沸及匂に就き

刀身の長に沿ふ切斷面圖 AB



數字を得たり。

マルテンサイト塊 一一七

(十四回の平均)

トルースタイト部 九三

(二十回の平均)

(マルテンサイト塊に隣れるもの)

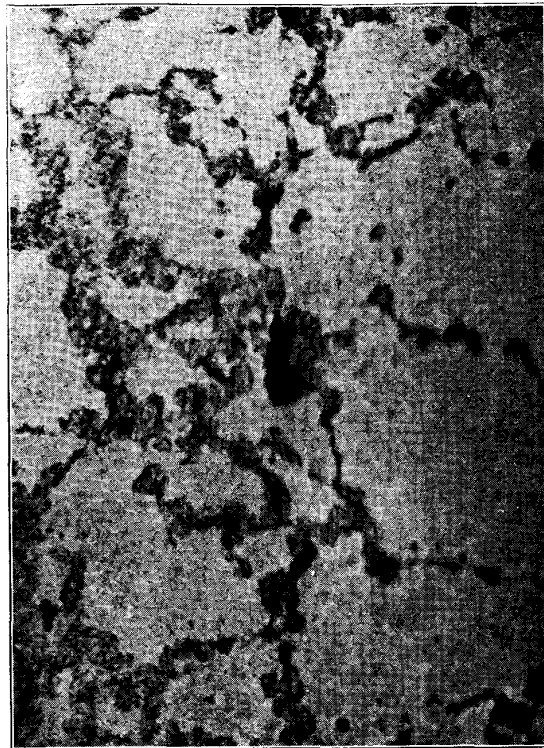
實際に刀身を研磨し仕上くるに際し右の兩組織は一は高く他は低く磨損され其處に凸凹を生すへし、今匂部に於て此等兩者間の高低を測定せしに來國光倫光清磨、何れも眞銘と稱せらるゝものに於て一耗の千分の二内外の差を認めたり、而して其の本仕上げし刀の其部は直反射光線にて

16 見る時第四圖寫眞に示すか如しとす、而して匂に於ける兩組織成分は常に略同一様の大きに現出する即ち經一耗の百分の一乃至三なりとす。

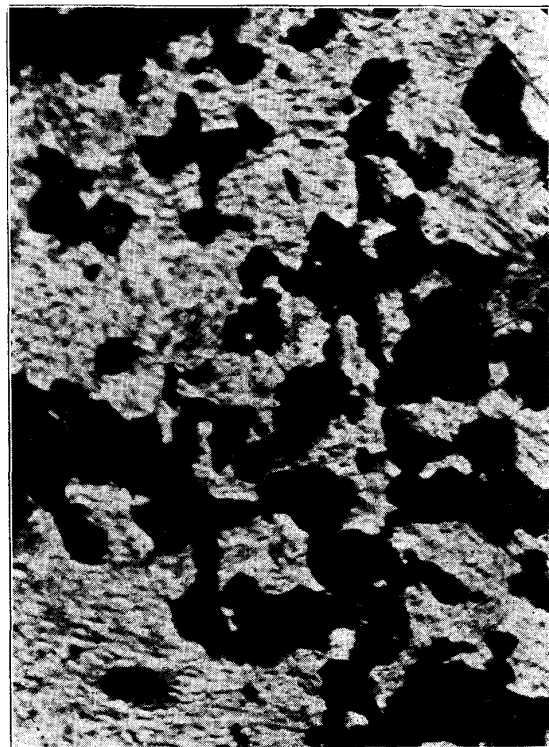
又匂に於てもマルテンサイトは白く現れて其周圍のトルースタイトは黒く腐蝕せらるゝ趣は沸と相等しきものとす、今匂の現出する具合を考察するには茲に二ツの異なりたる物あるを考ふるを要す、其一是高く秀て光線を反射し得べきもの、他は其の周圍に低く黒色を呈し加之も光線を反射する少なきもの、此二者交互に存在する場合に之を透し視るに如何に表はるか第五圖に説明すへし。

刀身面より垂直に視れば凸凹の少なき部か多く光線を反射する次第なるを以て焼刃境の光は刃部又は平地部に比して寧ろ其度少なしとす、今光線の方向を少しく加減し他部より光線の眼に映せざる様にするか、又は刀身を透して見る即ち前に圖示せるか如く斜に矢の方向に光線を探り眼を刀身に近くる時、殊に黒き影を移す即ち焼刃境以外の部より光線の反射せざる如く加減せば、匂は特に明瞭に表はるへし、即ち斯く反射の調子を探る時焼刃境に於て凸凹の存在せる部にありては、散光線の來りて反射し眼に映するものあるへし、是れ匂を呈することゝす所謂亂反射の結果なりとす。

斯る現象なるを以て焼刃境に於て凸凹何れか能く反射するか即ち白く眼に映するかといふは判定し難かるへし、寧ろ凸凹兩者相俟つて之を爲すといふを至當とす、但し凸部は刃部と同一物と成り居るも凹部は刀の平地と異なり居りてトルースタイトとなり存し著しく液體に腐蝕され易き組織とす、刀身を透し見て平地も刃部も刃部は地に比して其琢磨の仕上を異にせる爲め多少白色に表はる(共に黒く表はる如く光線を加減する時獨り匂部のみ白く映すること即ち匂部其物を説明せんか爲め専らトルースタイト即ち凹部の存在に重を置くへしとの議論は一應考へ得べきことゝす、是れ日本刀の焼刃境に於ける匂は刃部に深く進入するを普通とせる即ちトルースタイトの存在に伴ふを生ずるてふ事實より推定し得らるへし。



第二圖 沸の寫眞 (十號刀 清貞) 百二十五倍大



第三圖 匂の寫眞 (十九號刀 無銘) 千倍大



第四圖 匂及沸の琢きし儘の寫眞 (廣正) 百倍大

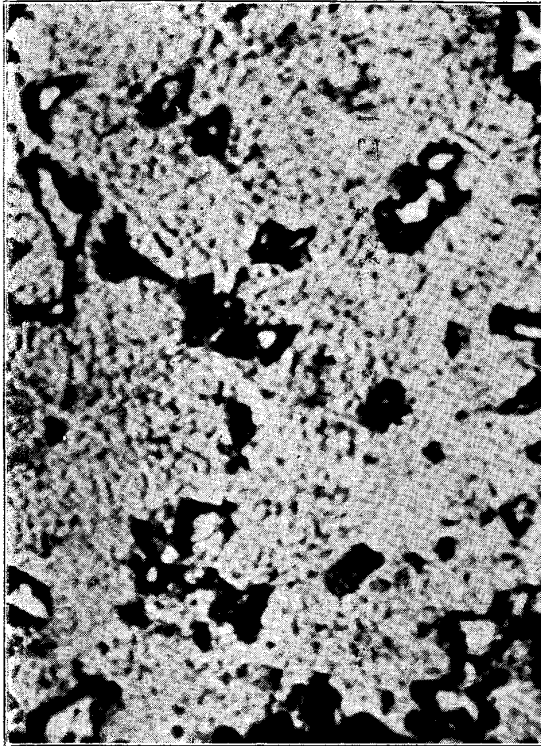
第八圖

大なるフェライトと共に細きフェライトの存在する様を示す (二十七號刀 祐定) 五百倍



第九圖

マルテンサイトと共にトルースタイトフェライトの存在する様を示す (七號刀 了戒) 千倍



第十圖

フェライト、トルースタイト、マルテンサイト共存す 千倍



然りと雖も焼刃境に凸凹部ありて始めて匂を發生する次第なるを以て前述せるか如く二者相俟ちて匂を表はすと決定すること穩當なりとす、之を例するに月光を小波上に寫す場合其月影か亂れて映すへし光は波の山か或は其谷に於て反射するか決定し得ざるべく波其ものか一體となりて月影を映すといふこと、其理同一なりと思考せらる。

次には沸及匂は如何にして發生すへきかを述べんとす、刀の刃部は全體マルテンサイトより成り平地即ち棟に近き部は焼入の効果なき組織即ちトルニスタイト、ソルバイト又はパーライトより成り立すへし(但パーライトの出る例は極めて稀なり)焼刃境に於てはマルテンサイトとトルニスタイトとは前記する如く相夾雜して存在す、隨て沸及匂の發生するは焼入作業の効果か充分ならざりし個處に限定せらる。

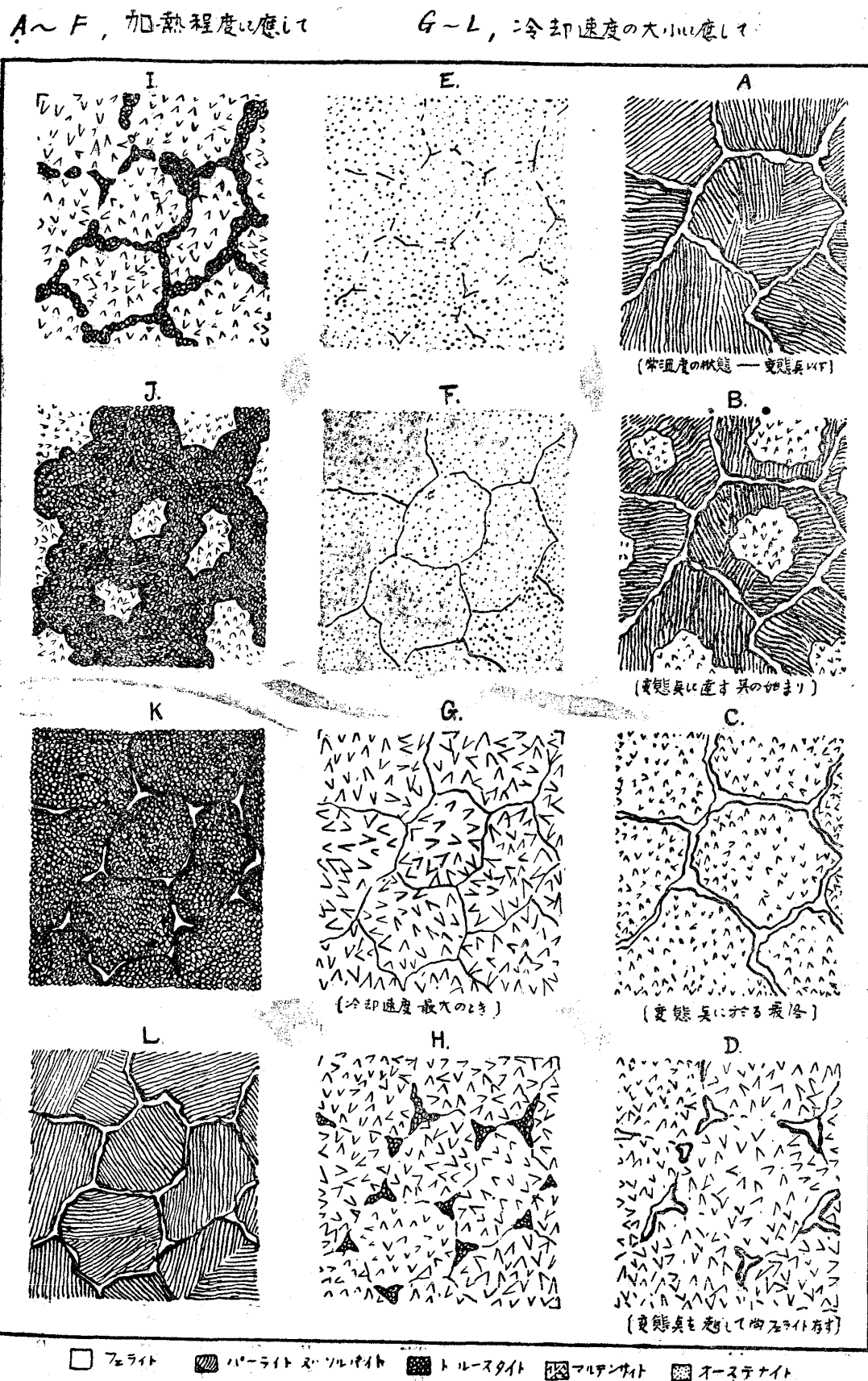
日本刀を一旦焼入を爲し加之其効果をして不充分なる程度に留まらしむるには左の二條件の何れかを必要とす、即ち日本刀を加熱し之を一氣呵成に水中に漬け冷却する作業に於て、

一、加熱温度か低かりしに基くか、

二、水中にて冷却する其速度か不充分なりしに基くか、

右の内孰れか實際に影響せしかは刀身の鎬部の有する組織を判定し或はマルテンサイトの塊の形狀に據りて之を決定し得る望あり、以下少しく日本刀の原料たる鋼か加熱冷却作業に際して如何に其組織を變すへきやを説明せん、鐵には高温度に於て種々なる變態點の存在を認む、即ち某温度以上に加熱すれば種々變りたる組織に變すへし、此等變態點は鋼の種類に據りて變すへきも日本刀の刃部に當るへき質の鋼に於ては大約攝氏七百六七十度位に相當す、又鍛鍊せし儘の刀身を成す鋼は常温度に於て大部分パーライト及ソルバイトの混合より成立し其間にフェライトを以て填充せり、今之を順次に加熱せば其状態を變す、又高温度より冷却するとき其冷却すへき速度の緩急に應

第六圖 加熱及冷却の程度に關聯する鋼の組織狀態



鐵には α 鐵と γ 鐵とあり、鐵中に存在する炭素の種類に炭化鐵の遊離せるものと鐵に溶解居るもの

あり、故に鐵中に種々なる組織存在す、フェライトは α 純鐵にしてパーライトとは α 鐵と炭化鐵と、相分離し存在する組織状態なり、ソルバイトは α 鐵と炭化鐵と相分離するも其程度不完全なるもの而してトルースタイトはソルバイトに比し、其分離程度一層不完全にして分離炭化鐵も微細に現存し且多少の固溶體殘留すへし、マルテンサイトは α 鐵に炭化鐵の溶けたるものを主成分とし尙同時に多少 γ 鐵を有す、オーステナイトは γ 鐵に炭化鐵の溶けたるものを云ふ。

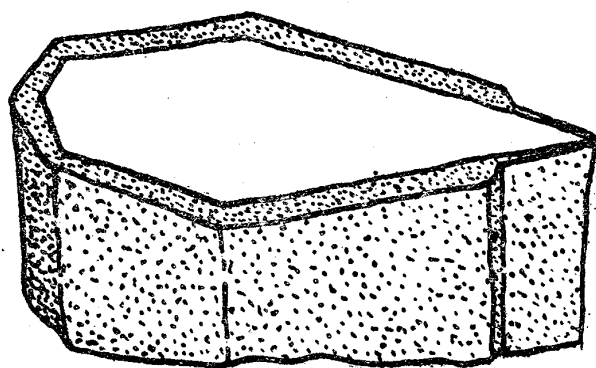
日本刀の地鐵たる鋼は常溫状態にてパーライト又ソルバイト及びフェライトより成立す、今一度之を加熱するに際して α 鐵に炭化鐵は先づ溶解し始むへきも完全に發達せる形状より成る炭化鐵は其各片悉く微細に相分離すと認め難かるへし、故に加熱に際しては鋼中にトルースタイトを造ることなくして直ちにマルテンサイト進んでオーステナイトに變すへしと思考せらる、其状態は第六圖中AよりFに至る圖を以て示さる、一旦加熱せられたる鋼の冷却するに際しては最も急劇に冷却せはマルテンサイトを表示し次に其速度緩なる場合トルースタイトを生すへく最も徐々なる時にパーライトを出すへし、トルースタイトの創めて發生するや、且又はIに示す如く高溫度に於ける鋼中オーステナイトの粒狀を示すへき網線に始まり加之其交叉點を基點となし逐次に發達するか如し、斯くして其中央部に残りたるマルテンサイトの塊は周圍に對し彎曲せる形状を有すへし、之に反してB圖に示すか如く加熱の際に生すへきマルテンサイトは中央に對し彎曲せる形を呈すへし。

今若し焼入すへき刀身の加熱時期に於て僅かにBなる状態に達したりとし之を急冷したりとせはマルテンサイトの塊ありて其外の部は寧ろパーライト又はソルバイトに近きものとなるへし、而してマルテンサイトは原形を保持し難かるへし、是れ其冷却するに際し其周圍に多少トルースタイトを生するを以てなり、今E、Fなる時機に達せる後始めて急冷せりとせは全部マルテンサイトより成立すへし、但オーステナイトは如何に迅速に急冷したる場合も多くは其現出を視ることなく、僅か

にマルテンサイトを出すに過ぎざるものとす、而して以上に述べたる如く此等組織の相違を生ずるに際し高温度より常温度迄冷却するに要する時間は最も遅き場合に於て數秒間以上を出てさるものにして其差僅少なりとす。

又刀を加熱し一旦地金をオーステナイトに變せしめ即ち充分變態點以上に加熱したりとせば、其内に其加熱度に相當すべき大きさを有する粒を生ず、而し圖上に於ける如くオーステナイトの網の小即ち塊の大きさは加熱に際し達したる最高温度に應じて變ず温度高き程其網大なるへし、而して此等の状態に於て刀を水中に漬け急冷するに際し、其冷却速度に應じて其組織も種々に變すへし。

第七圖 焼刃土の置き方



以上述べたる鋼の急冷に際し生ずる組織の状態を日本刀に應用せんとす、扱て日本刀の焼入作業に於ては第七圖に示す如く刀身上に焼刃土を塗りて之を被ふべきものとす、其層の厚み四耗に達するものあり、焼刃土は砥石の粉、粘土の粉、木炭末の三種を混合せるものにして適當なる熱傳導率を與へて焼入に際し刀身の冷却速度を加減せしめ又木炭末にて加熱中刀身の炭素の減却するを防ぐなるへし。

焼入作業前の加熱時間は通常約五分内外を要するものにして、比較的徐々に加熱せらるゝを以て刀身の各局部に於て其温度の高低の差を生ずること少なしとす、刀身上被覆の厚薄、刀身自身の肉の厚薄又は加熱に際し手加減即ち刃より先に熱するか又棟より先に熱するかに因りて變すへし。

然るに刀身を急冷せんか爲め一度水に漬けんか刃部は其厚み薄く又焼刃土より成る被覆物薄きを以て急冷の速度最も大にしてGの状態となり得へし、之に反して棟の部は肉厚く加之も厚き焼刃土の被ふものあり故にK又はLの状態となるへし、刀の平に於ても同様にK又はLの状態を保持す

へく焼刃境に至りてはH、I、J、Kの程度に達すへし。

刀の各局部に於ける焼入後の組織は大概ね前述の如くなるも、其刀の有する地金の成分即ち含炭素量の多少又は加熱の程度、急冷の速さ如何に依り種々なる組織状態を生すへし、是れ日本刀身中に種々なる模様を生する理なりとす。今一、二の例を挙げんか刀身の某部の加熱を僅かにB又はC程度に留まらしめ之を急冷したりとせは、其際高温度の状態を其儘保持せんこと頗る困難なり、粒の中央なるマルテンサイトの跡に僅かにトルースタイト又はソルバイトを留むるに過ぎざるへし、或は冷却の度一層緩なりとしての程度ならしめたりとせは、冷却に際し新にフェライトの網を生す、是れ第八圖所定刀の棟に近き部の寫真圖に於て見るものとす。

又加熱の程度をD、冷却の度をKなりとせはフェライトの周圍にトルースタイトを生すること第九圖了戒の刀に見るか如し、即ち日本刀身中には圖示せるAよりF迄の加熱程度の異なりたるものにGよりL迄の冷却の程度に遅速あるものを色々に組合せたるものあり、尙第十圖にKに近き組織を示せり、フェライトの周りをトルースタイトにて包みたり。

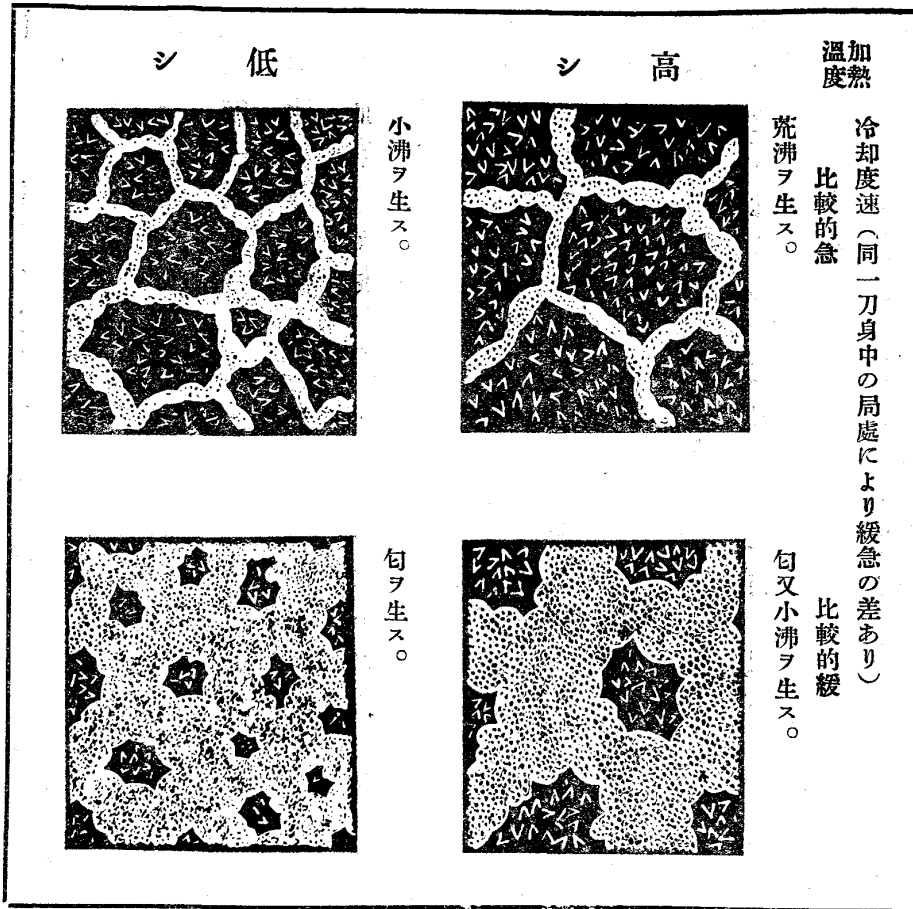
焼刃境に至りては前記せるか如く恰も其冷却の速度はH、I、Jの状態に達したるものとす、最近東北大學本多教授は鋼の急冷せらるゝ際にマルテンサイト其他の生する温度を測定せられたり、即ち冷却最も急にして之を攝氏二百度以下に押し下くる時は常温度に於てマルテンサイトを保存してGの状態となり又冷却度之より稍緩なりとせは一部トルースタイトとなりH、I、Jの組織を得へし、斯くして其程度に準して或は沸となり或は匂を生することとなるへし。

曩に屢々述たる如く沸は其塊大なるものにして之を得んには加熱に際しE、Fの時期に於て大なる粒を出す、即ち比較的高き温度に熱したるものを更に冷却速度をIに示す程度に加減するにあり。相州傳の沸出來なるものに於ては刀を焼入するに際し特に高温度に加熱すといふ全然此理に基

くものと知へし。

句を出さんとせは冷却の度を一層緩ならしめ、Jの状態程度にならしむにあり、句に於て各マルテンサイトの塊の大きさは重に冷却の度に準すへし、即ち緩なればトルースタイトの部分擴大し、隨てマルテンサイトの塊縮少せらるへし、然れども各塊の距離は冷却の遅速に關係せんよりは寧ろ加熱速度の高低即ちオーステナイト内に於ける粒の大小に關するものと認む其變化を第十一圖に説明すへし。

加熱温度 冷却速度(同一刀身中の局部により緩急の差あり) 比較的急 荒沸ヲ生ス。 比較的緩 句又小沸ヲ生ス。



■マルテンサイト

■トルースタイト

日本刀に於て沸の形狀丸味を帶ふるものを賞するあり、曩に圖示せるものは大概ね理想のものにして其形狀も亦良質に近きものなり、然れども沸の種類に依りては形狀不規則なるものあり、蓋し劣等と稱するものに近からん、又刀中沸を包みて句の能く發達せるを好むといふ鋼を冷却するにIの状態に達せる附近にJの程度に達せしものある時に之を得へし。

右は刀身の地金たる鋼の炭素量も一定せるものに就き各々推論せるものなるか實際刀身に於ては其局部に依り炭素の種類なるもの即ち硬軟種々なる地金相混在せるものとす。炭素多き鋼は同一程度に冷却するも之を炭素少なきものに比するにマルテンサイトの發生容易にして其量多し、即ち

JとなるへきもI又Hはに止るへし刀身の切斷方法即ち刀身面の傾斜の具合如何に依りて同一マルテンサイトの塊と雖も、或は大小色々の面を示すへし、隨て實際の刀身上に於ては種々なる場合生すへし、概して刀を加熱する溫度低ければ微細なるマルテンサイトの島を生して美麗なる匂を生すへし。

以上反覆論述せしものは大概ね推論に因り決定せしものにして實際刀身を採り種々の溫度に加熱したるものを色々なる程度に冷却し各種の組織を得て之を證明する必要あり他日精密なる實驗装置を用ひて之を遂行せんとす。

三、沸匂の實用上の價值及結論

前述せる通り日本刀に施せるか如き焼入作業を経たるものにおいてはその焼刃境に於て沸又は匂の生ずるは寧ろ避くへからざるものとす、斯くして刀身上に美麗なる刃文を呈し得へし、又他方に於ては刀劍の實用上沸及匂は必要なる組織とす。

日本刀の特徴とする點は刃部は充分に硬く物を切斷するに適すへきに係らす棟及心部は柔軟にして脆性なく折れず曲らざるを以て本とす。故に棟及心部に於ては其地金の性を軟にする爲め或は炭素分の少なき地金を使用するあり、加ふるに焼入を不充分ならしめ或は間々毫も焼入の跡なきものならしむることありとす、此等兩極端の性を有する刃部と棟部との境界をなす焼刃境は劃然たる分界をなさんよりは其性質の恰も前二者の中間に位する部分を設けて順次に移變することを可とすへし是れ沸匂の生ずる所以なり。

如何なる工具に於ても此事又必要なりとす、現時の洋式作業を経たる鑽類等は焼入したるものを更に焼戻するに際し、其焼戻し程度を加減し、順次に刃先より元部に變する如く調製し、毫も急激の變化なからしむ。

第二の沸、匂の効力に就きては、此等の存在せる爲め、刀を充分に研磨仕上せし上は其刀身上に凸凹を生ずる事實を擧げんとす、今某工具を以て物體を切斷する際に其工具の平に當る面上は平滑に過きんよりは寧ろ多少の高低の存するを好むへし、是れ肉の如き軟且つ粘着力の著しき物體に接しては其刀身の平面と肉との固着を防ぐ爲め即ち刀の進行に際し伴ふべき抵抗を可成的に減せしむるを宜しとす、沸及匂は能く此等の目的に協ふものと思考す、前に一度ひ述べたる如く此等の存在する刀身上一耗の千分の二に近き高低を生し刀の使用に際し肉と刀平面との間をすかしむるものとす、是れ日本刀の刃に所謂ネタバを合す即ち細名倉砥にて横に線を附す時に其刀の切れ味良好なりといふ夫れと同一理なるへし、故に沸、匂は刀全體の性質を調和し其切れ味を能くする功ありと認む。

以上論述せしものを更に一括して左に擧げん。

一、刀身上の沸及匂の本態を明かにせり。

沸は比較的大なるマルテンサイトの塊を云ひ、

匂は比較的小なるマルテンサイトとトルースタイトとの混在部を云ふ。

二、沸及匂の由來する所以を探究せり。

三、沸及匂の實用上の價值を推論せり。

終りに鑑み本間清人君其他の助力せられたることを茲に感謝す