

第2節 石垣の調査と保存

(1) 石垣の現況調査

これまでの調査によると、史跡指定地および周辺には幕末までに築かれた石垣が181面も残っていることが明らかとなっている。さらに配石（築石の使い方）や転用石材の有無などから、構築年代の区分まで調査研究が進んでいる。

郡山城跡の調査研究を進展させていくためには、石垣の適切な保存管理と並行して、詳細調査を計画的に進めていくことが長期的な課題といえる。その一方で、保存上の課題を抱えている石垣の抽出や、保存状況の把握が十分でないものが多数あり、早期に状況を把握する必要がある。

第3章にて現状把握の調査が必要な石垣と、安全性を評価するための動態調査が必要な石垣を特定していることから、これらの石垣を優先的に調査していく。さらに石垣の保存環境の改善を図っていく上でも、現状で大きな変形は生じていないが、将来的に破損する恐れのある石垣についても合わせて抽出していく。

石垣-B 現状把握の調査が必要な石垣：17面

植物により表面が覆われている石垣については除草をおこない、変形や築石の破損の有無を確認する。水堀に面している石垣については、水を抜いた時や舟の上から状況確認をおこなう。破損が生じている石垣については、破損の種類や範囲、程度を記録するとともに、対策を講じるため破損原因を予測する。

変形量が大きく安全性を評価するための動態調査が必要と判断した石垣については、三次元測量や立面オルソ画像の作成を優先的におこなう。三次元測量データを基に変形が生じている部分と健全とかがえる部分の縦断面図（垂直方向の断面図）を作成して、変形量を明確にする。横断面図（水平方向の断面図：石垣のコンタ図）は、変形の範囲を把握するための有効な手段であることから、変形量や範囲に応じて作図を検討する。



図 5-2 石垣 No.37 面の立面オルソ画像

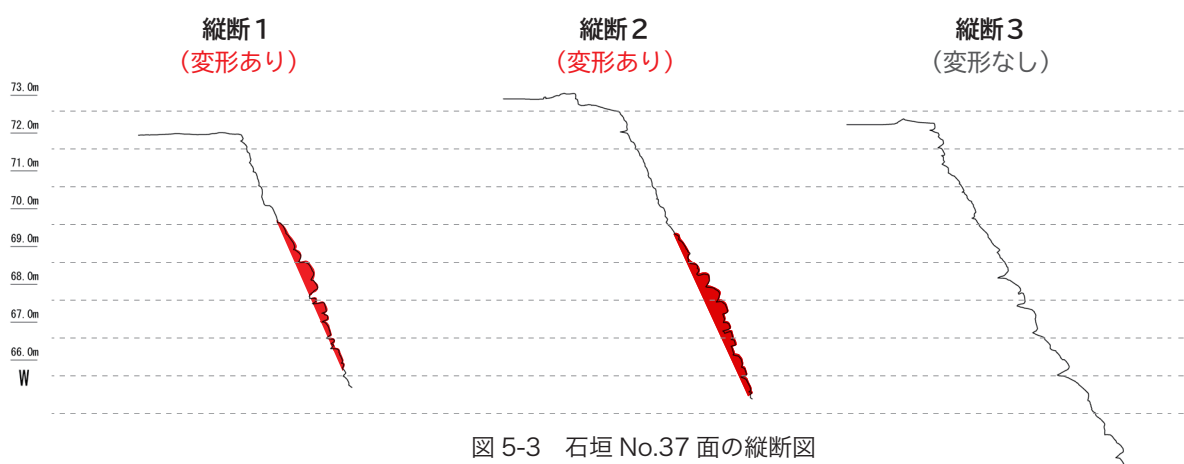


図 5-3 石垣 No.37 面の縦断図

石垣 -C 安定性を評価するための動態調査が必要な石垣：10 面

石垣保存措置の要否を検討するには、変形の程度や範囲だけでなく、進行の有無も重要な判断材料となる。変形した状態を長期間保っている石垣は、現状において安定していると判断することもできる。

前述の通り動態調査の対象石垣は、比較対象となる現在の詳細な形状を把握しておくことが望ましい。三次元測量や立面オルソ画像の作成を実施していない石垣については、優先的に測量図化をおこなう。

表 5-1 動態調査が必要な石垣の測量・図化の実施状況

番号	場所	実施状況	石垣規模(最大値)	備考
24	本丸	2017年	高さ 9.4m・長さ28.0m	北端だけを図化
25	本丸	2017年	高さ 9.4m・長さ 5.1m	
31	本丸	2017年	高さ 9.1m・長さ21.0m	一部を解体積み直し・間詰め石充填
37	本丸	2014年	高さ12.0m・長さ41.6m	
62	毘沙門曲輪	未実施	高さ 6.0m・長さ14.7m	
63	毘沙門曲輪	未実施	高さ 6.0m・長さ 2.8m	
64	毘沙門曲輪	未実施	高さ 7.0m・長さ36.1m	廃城後に石垣中央が崩壊
80	常盤曲輪	未実施	高さ 7.1m・長さ53.9m	
135	二ノ丸	未実施	高さ 2.4m・長さ16.6m	史跡指定地外
152	南門周辺	未実施	高さ 4.9m・長さ27.9m	

対象石垣の数が多いことから、変形が生じている範囲を測量・図化し、形状の比較を定期的実施していくには、相当な費用と時間を要する。そこで、簡易的に進行の兆候を読み取ることができる方法として、ガラス棒やクラックゲージを用いた動態調査をおこなう。築石にガラス棒やクラックゲージを設置して、定期的に見視確認をおこなう。この方法の利点は安価に設置することができ、誰が見ても、その場で判断できることである。

簡易な動態調査としては、この他に築石に反射板を設置して、トータルステーションにより取得した数値を比較する方法がある。前者と異なり、その場で進行の有無を確認することはできないが、石垣面全体の動きを把握するものとして有効である。

これらの簡易的な動態調査から、変形が進行していると推測される場合、次のステップとして再度の三次元測量の実施を検討する。なお、急激な変形から崩落するおそれがあると判断された石垣は、来訪者や利用者の安全を確保するため、周辺への立ち入り制限を検討する。



図 5-4 石垣動態調査から石垣保存措置までの流れ

①破損するおそれがある石垣の抽出

石垣は、地震以外にも、地下浸透した雨水による石垣背面の水圧上昇や地盤強度の低下、樹根の伸長による押し出しや樹木の揺れが樹根を通して石垣に伝達するなど、様々な外的要因によって破損が生じる。雨水や樹木による影響は、現況からある程度予測することも可能であり、石垣が破損する前に対策を講じる必要がある。なお、地震対策としての減災措置は、次項「石垣の保存」にて言及する。

★雨水による影響

雨水による影響は表土の流出にとどまらず、地下浸透した雨水による石垣背面の水圧上昇と地盤強度の低下が、石垣の破損を引き起こしている。石垣を保存していくためにも、表流水が集中する範囲や雨水が溜まりやすい範囲を特定する。

★樹木による影響

本史跡では石垣の天端や足もと部分に、数多くの樹木が生育している。大半の樹木は石垣に影響を与えずに生長しているものの、台風や大雨などの自然災害で倒木することで、石垣が大きく破損するおそれがある。

私有地にも数多くの樹木が生育しているが、直ちに伐採することは難しいと考えられる。しかし、住民や土地所有者の理解を得たものから、順次対応していくためにも、計画的に調査をおこない対象樹木の抽出をおこなう。



図 5-5 現況調査が必要な石垣

(S=1/3,500)

(2) 石垣の保存

石垣の保存措置としては、間接的な整備と直接的な整備に区分される。前者は保存環境を改善することで毀損を防ぐ措置である。後者は間詰め石の充填や解体積み直しなどを指す。計画対象地内にある石垣の保存状況から、想定される整備を項目ごとにまとめる。

①間接的な整備

石垣の破損原因となり得る雨水や樹木への対応により現状保存を図るものである。保存上の課題がある全ての石垣が整備の対象となるが、安全性を評価するための動態調査が必要な石垣を優先する。大きく変形・崩落・不安定な石垣と区分した20面は、保存環境の改善だけで安定性を保つことは難しいものと位置づけているが、直接的な整備に着手するまでの措置として実施する。

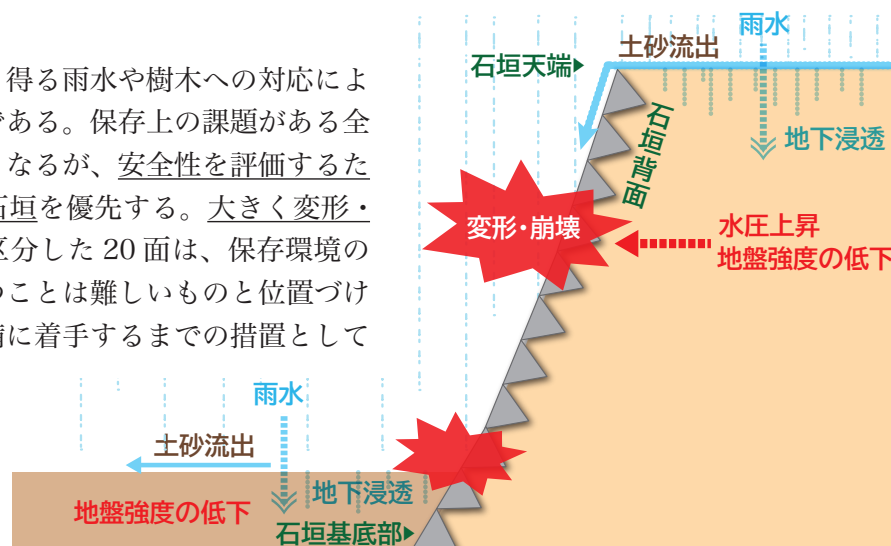


図 5-6 雨水による石垣への影響 (イメージ図)

→ 石垣天端および足もと部分への保存措置

石垣の天端もしくは足もと部分に以下の状況が確認された場合は、必要な措置を講じる。

- ・凹んでいる範囲を埋めもどし、雨水が溜まらないようにする。
- ・地表面が雨水により洗掘されている範囲は、埋めもどすか不透水性の舗装にて仕上げ、地下浸透を抑制する。繰り返し洗掘を受けている場合は、その原因を明らかにして、洗掘抑制に必要な措置も合わせて講じる。



石垣 (No.46 面：本丸西側)
天端近くに生育している桜



石垣 (No.101 ~ 103 面：陣甫曲輪東側)
天端近くに生育している広葉樹

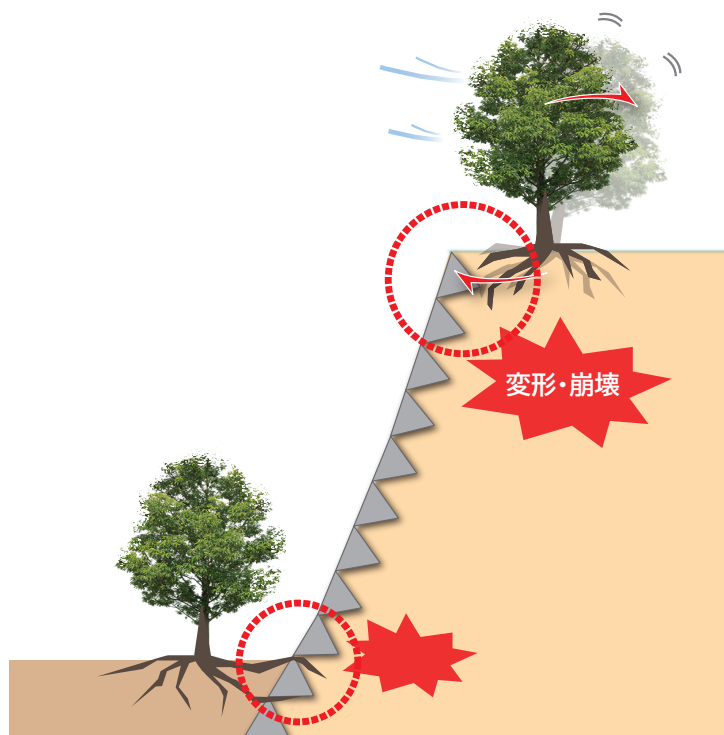


図 5-7 樹木による石垣への影響 (イメージ図)

→ 石垣天端および足もと部分への保存措置

石垣の天端もしくは足もと部分に以下の状況が確認された場合は、必要な措置を講じる。

- ・大きく成長している樹木については伐採する。樹根は除去せず残置して、ある程度腐朽した段階で除去して埋めもどす。石垣解体をおこなう範囲については、解体作業に合わせて樹根をある程度除去する。
- ・桜の大半が老木で今後樹根が大きく伸長することは考えにくいことから、石垣が破損していない限りは残置して、寿命を迎えた段階で伐採する。
- ・直ちに伐採することができない樹木については、切り下げ剪定により樹高を下げて、強風時の揺れを抑制する。
- ・定期的に巡回して、雑木は幼木の段階で伐採する。

②直接的な整備

直接的な整備を実施する石垣は、大きく変形・崩落・不安定な石垣(石垣-D)と区分した20面を対象とするが、現況把握のための詳細調査および動態調査結果から、不安定にあると判断した石垣も追加する。

直接的な整備には、石垣の変形や崩壊の抑制、減災を目的とした措置と間詰め石の補充や解体積み直しなどの復旧に区分される。竹林門石垣(No.51～59・61の10面)は、樹木の影響により広範囲が大きく変形している点と、本丸へいたる主要動線に面することを考慮して、解体積み直しを視野に入れて検討を進める。また、鉄門石垣(No.104～107の4面)についても市道に面していることから、竹林門と同様の保存措置に向けて、必要な調査を早期に実施するとともに、整備に必要な条件を整えていく。その他の石垣(No.41・42・61・68・69・86・145の6面)については、解体積み直し以外の方法による安定化を検討する。

★変形や崩壊の抑制と減災措置

本来、破損した石垣は復旧することが望ましいものの、別に優先される整備や周辺要素と一体的な整備が求められるなど、条件が整っていないものについては暫定的な措置により石垣の変形や崩壊の抑制、減災を目的とした整備をおこなうものとする。

熊本地震以降に多用される方法として、変形した範囲を樹脂製のネットで覆い、フトンカゴにて固定する方法がある。この他に簡易なものとして、石垣前面に盛土もしくは土のうを積み上げる方法がある。各石垣の保存状況や立地などから有効な工法を選択する。



樹脂製ネット設置事例
特別史跡熊本城跡(熊本市)



押さえ盛土事例
史跡洲本城後(兵庫県洲本市)

★築石の安定化

築石背後の裏込栗石層や盛土が消失している部分は、築石を安定化させるために栗石充填もしくは盛土の補充をおこなう。

★石垣の復旧

→ 空隙部分への石材充填

竹林門石垣のように変形の程度が大きい石垣や解体積み直しをおこなった場合の影響範囲が広域となる場合、本史跡における歴史的価値などを考慮して、解体以外の方法で石垣の安定化を図る。

変形により生じた築石間の空隙部分に石材を充填する。さらに緩んだ間詰め石を効かせ直し、抜けた箇所新しい石材を詰める。新たに充填する石材は、当該石垣と同じ石質を採用して、充填後も周辺になじむように配慮する。郡山城跡では天守台石垣や白沢門石垣の整備において、未解体範囲の石垣を対象にこの方法を用いた。



整備前



整備後

石垣 No.3 での実施状況

→ 石垣解体積み直し

竹林門石垣のように、解体積み直し以外の方法で石垣の安定化もしくは来訪者の安全確保を図ることが困難である場合は、石垣修理における有識者の指導にもとづき、必要最小限の範囲で解体積み直しをおこなう。石垣の解体積み直しをおこなう上での留意次項を以下に示す。

・事前の発掘調査と解体中の記録保存

解体積み直しを実施する前に石垣上面および足もとの発掘調査をおこない、滅失するおそれがある範囲の記録を取る。また、解体作業中も石垣背面構造を記録し、得られた成果を城郭の変遷の解明や石垣の調査研究の深化に活かす。

・積み直しの構造

解体時の調査で明らかとなった構造にて積み直すことを基本とする。

・破損原因の解明

破損原因を特定して、積み直す際には原因を除去した構造とする。なお、変形や築石の破損等により解体積み直しが必要な範囲、もしくは周辺において配石に構造上の問題がある部分については、当該石垣もしくは周辺の配石を参考に安定した配石にて積み直す。竹林門石垣の東側、石垣 No.61 面は過去の改変により不安定な配石となっている。こうした部分の解体積み直しを検討する際は、安定した構造とするため、不安定な配石の解消を合わせておこなう。

・地震対策

解体積み直しをおこなう石垣については、動線との位置関係から地震対策（減災措置）の必要性を検討する。地震対策として補強を取り入れる場合は、以下の次項を基本とする。

- ▷ 可逆的であること
- ▷ 歴史的なものであると誤解を与えないこと
- ▷ 必要最小限とすること
- ▷ 歴史的景観に配慮すること

石垣の区分		史跡指定地内	史跡指定地外
石垣-D	保存措置が必要な石垣	20 面 (No.41・42・51～59・61・68・69・86・104～107・145)	
石垣-B・C	調査結果次第で保存措置が必要となる石垣	17 面 (No.24・25・31・37・62～64・80・87・112～115・152・175・180・181)	10 面 (No.119～127・135)

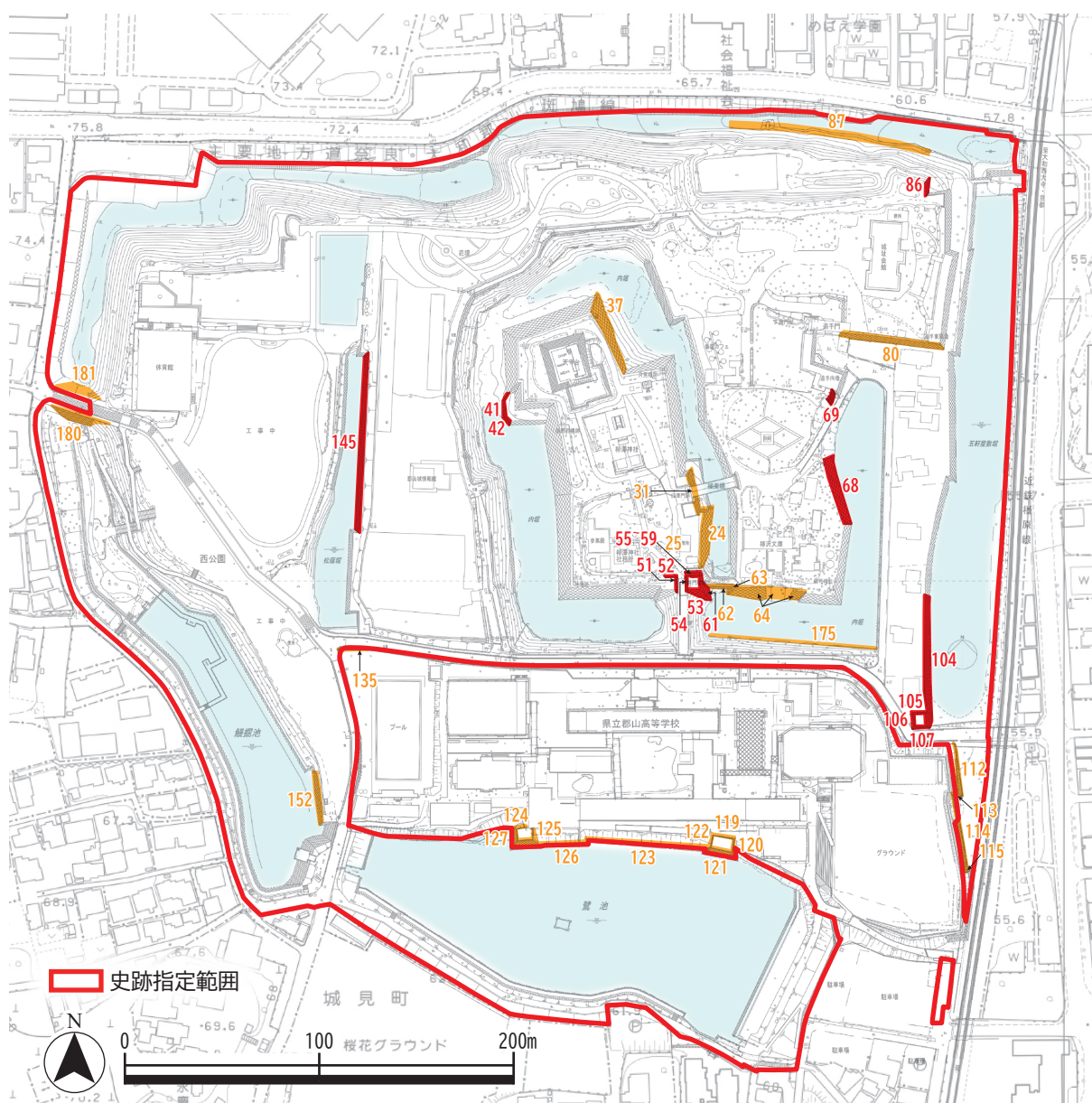


図 5-8 保存措置が必要な石垣

(S=1/3,500)

第3節 土坡の調査と保存

(1) 土坡の現況調査

堀と土塁は一体的な構造となっているが、本計画において整備の考え方が異なることから、区分して調査・保存計画を示す。

本計画では右図に示すように、土塁の天端と内側の土坡を土塁に区分し、外側の土坡と堀底までを堀に区分する。

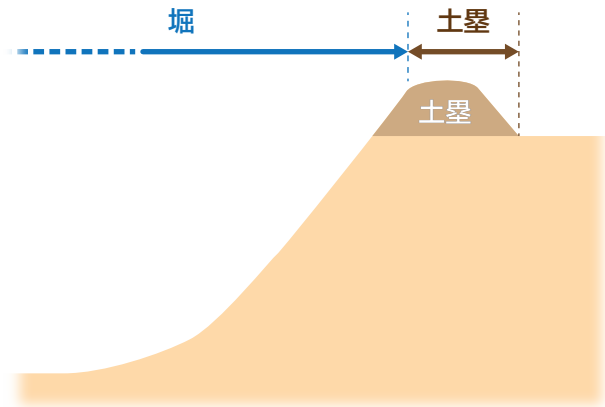


図 5-9 堀と土塁の区分

①堀の調査

堀を形成している土坡は、現況の土地利用から5つに区分している（P59 参照）。その内、保存上の課題を抱えている土坡は、桜を中心とした落葉広葉樹が樹林を形成している土坡と桜を中心とした落葉広葉樹林を形成し、下部にある多数の擁壁により安定している土坡、密集した針広混交植樹林および落葉広葉樹林を形成している土坡の3つとなる。

それぞれ地形や植生などの環境が異なることから、場所に応じた調査をおこなう。本計画期間内では堀の現状維持に必要な調査に絞り、修復のための発掘調査は長期的な課題とする。

堀 -C. 桜を中心とした落葉広葉樹林を形成している土坡

本丸および毘沙門曲輪南側の内堀外側、竹林門までの土橋部分を含む全長約 230 m の土坡を対象とする。斜面上には多数の桜が生育しているが、高密度でないことから冬期になるとやや見通しがきくようになる。

過去には土橋西側の汀付近で斜面崩壊が生じ、復旧する際に段柵を整備している。近年、堀の肩に近い部分で地盤の沈下と考えられる事象が起きていることから、地質調査を実施して、斜面の安定性を評価する必要がある。

桜は加齢により樹勢が衰えていることから、倒木による斜面崩壊を引き起こすおそれがある。個別の樹木診断（樹勢・樹形）を実施して、取扱いを検討する。また、葛などのつる植物が周辺樹木に巻きつき枯死させていることから、実態を調査する必要がある。

堀 -D. 桜を中心とした落葉広葉樹林を形成して多数の擁壁により安定した土坡

本丸北側から西側までの内堀外側全長約 250 m の土坡を対象とする。これまでに仕様が異なる擁壁が多数整備され、歴史的な景観としては問題もあるが、全体的には安定している。斜面上には多数の桜が生育しているが、高密度でないことから冬期になると見通しが効き、擁壁が目立つようになる。全体的に土坡は安定しているものの、桜の倒木にともなう斜面崩壊が令和5年に生じた。

桜は全体的に加齢により樹勢が衰えていることから、今後とも同様の事案が発生するおそれがある。個別の樹木診断（樹勢・樹形）を実施して、取扱いを検討する。

堀 -E. 密集した針広混交植樹林および落葉広葉樹林を形成している土坡

左京堀と鷺堀で合わせて全長約 750 m の土坡を対象とする。樹木が高密度で生育していることから、冬期でもほとんど見通しがきかない。

いずれの土坡においても、倒木による斜面崩壊が近年生じている。樹木が密集した状態を改善していく必要があるものの、皆伐して環境が大きく変化した場合の反動も考慮する必要がある。段階的な整備をおこなうにしても、どのように優先順を決めていくのか、判断するための基礎調査を有識者指導のもとおこなう必要がある。

鷺堀は指定地外の学校用地であることから、調査の必要性について土地所有者（奈良県）の理解を得る必要がある。

②土塁の調査

土塁を形成している土坡は、現況土地利用から 4 つに区分している（P56 参照）。その内、保存上の課題を抱えている土坡は、桜を中心とした落葉広葉樹林を形成している土坡と密集した針広混交植樹林および落葉広葉樹林を形成している土坡と表面の流出がみられる土坡の 3 つとなる。それぞれ地形や植生などの環境が異なることから、場所に応じた調査をおこなう。なお、本計画期間内では土塁の現状維持にとどまらず、保存状況に応じて発掘調査成果をもとに実施する修復までを計画する。

土塁 -B. 桜を中心とした落葉広葉樹林を形成している土坡

本丸西側から南側にかけての全長約 120 m の土坡と土塁上面が対象となる。堀と同じような植生でも土塁の場合は比高もなく、倒木による土坡の崩壊は生じにくい。その一方で土塁上を園路として利用していたことから、柵やベンチが設置された部分もある。

これまで発掘調査を実施していないことから、樹根の伸長や施設整備が遺構にどの程度影響しているのか把握できていない。土塁を保存するためには、残存状況や構造解明を目的とした発掘調査をおこなう必要がある。

土塁 -C. 密集した針広混交植樹林および落葉広葉樹林を形成している土坡

左京堀内側の全長約 300 m の土塁が対象となる。調査内容は堀と同じ区分にならったものとする。

土塁 -D. 表面の流出がみられる土坡

土坡の表面が流出している箇所については、降雨時の水みちを観察したり、土塁本体が削れているのかどうか、残存状況や構造解明を目的とした発掘調査をおこない、実態を解明する必要がある。

<堀を形成する土坡>

堀C	桜を中心とした落葉広葉樹が樹林を形成している土坡
堀D	桜を中心とした落葉広葉樹林を形成し、下部にある多数の擁壁により安定している土坡
堀E	密集した針広混交植樹林および落葉広葉樹林を形成している土坡

<土塁を形成する土坡>

土塁B	桜を中心とした落葉広葉樹林を形成している土坡
土塁C	密集した針広混交植樹林及び落葉広葉樹林を形成している土坡
土塁D	表面の流出がみられる土坡

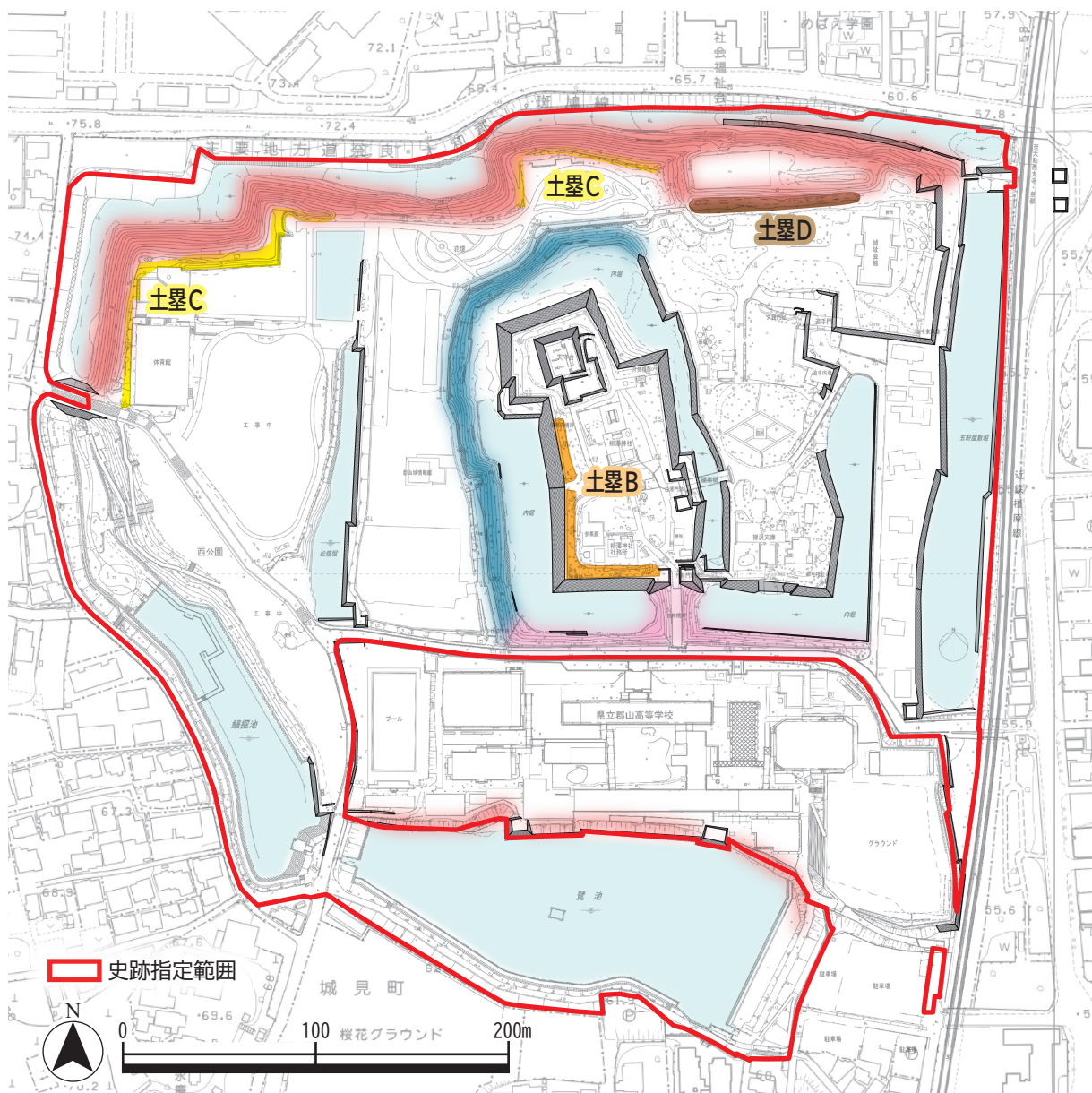


図 5-10 保存上の課題を抱えている土坡

(S=1/3,500)

(2) 土坡の保存

①堀の場合

計画期間内における堀の整備は、現況地形の保存を優先し、修復や復元は長期的な課題とする。保存環境の改善措置として、樹木の剪定や伐採を実施していく。ただし一度に環境を大きく変えてしまうと、その反動で斜面崩壊を引き起こしてしまうおそれがあるため、各種調査成果をふまえ、有識者の指導のもと段階的に進めていく。

他の史跡整備では、地際で伐採するのではなく、1 m程度残して伐採することにより、土砂崩壊の防止を図った事例もある。樹木の剪定および伐採行為は、堀の可視性を向上させることにもつながることから、保存と活用の両面から実施箇所を選定していく。

斜面崩壊が懸念される土坡については、水みちの所在や土質調査をふまえて安定化を図る。整備の際は遺構の保存と史跡景観の維持を基本とするが、土坡の上部に市道が位置する場合など高い安全性が必要な場合については、現代工法も選択肢として検討する。



切り株から萌芽させる伐採方法
史跡松坂城跡(三重県松阪市)



樹木を残しながら土塁を保存している事例
史跡長篠城跡(愛知県新城市)

②土塁の場合

土塁についても堀と同様に現況地形の保存を基本とするが、土砂の流出により盛土での保存が必要な箇所については、発掘や史料調査の成果をもとに修復をおこなう。修復範囲の表面は土砂の流出を防止するため草本類にて仕上げる。



図 5-11 土塁の修復事例

史跡本證寺境内(愛知県安城市)