

5. 近代技術



1771年（明和8）の測量から1919年（大正8）の山田川疏水の完成の間、工事を実現させるため当時の先端技術が導入されました。

淡河川・山田川疏水に導入された技術、今も見られる構造物を紹介します。

淡河川・山田川疏水の実現には、多くの要因があげられますが、技術面においては明治の開国によるヨーロッパの先端技術の導入も大きな要因となっています。加えて、その水源である淡河川と山田川は集水面積も狭く、その流水は多くなく、そのため厳しい取水・利水制限があり、分水・配水にも近代的な技術が導入されました。

淡河川・山田川疏水成立の基礎となった技術は、近世初期に確立された河川とため池の水利技術（河川に取水堰を設け、そこから非灌漑期に取水し、それをため池に貯える）とヨーロッパの大規模な近代水道技術でありました。淡河川疏水の場合、水源から取水した用水を”いなみ野”台地に導水するまでに志染川を越えなければなりませんでした。江戸時代から伏越や掛樋などの技術はありましたが、このような大規模な例は日本では初めてでした。この問題を解決したのが、イギリス陸軍のヘンリー・スペンサー・パーマーであり、ヨーロッパの巨大な鉄管を利用したサイフォン技術でした。

また、厳しい取水制限から水量の分水にも科学的な近代技術の導入が図られました。その代表的な技術が、幹線水路からそれぞれの支線水路へ要水反別に応じた水量を分配する分水施設（練部屋分水所）でした。

元々水の乏しい地域のため水量の配分は厳重とならざるをえなく、その方法として分水技術が取り入れられました。それぞれの分水点では分水工により正確な分水が行われています。

(1) 測量技術の進展

近代的な測量技術は18世紀末から始まり、西洋と中国の天文観測及び測量技術の研究により、観測器具が開発されました。この時点で、地上の地点間の相対的な位置関係、一地点の絶対的な座標を測定できるようになりました。19世紀以降、当時の時計職人等により精密な測定器具を製作するなど、日本の測量技術は更なる進歩を遂げました。

明治の初期、日本の測量・地図作成事業は陸軍がフランス式、内務省地理局がドイツ・オーストリア式、工部省がイギリス式、北海道開拓使がアメリカ式の技術を採用するなど、各省によってその方法及び方式は異なっていました。

その後、1884年(明治17)に測地に関する国家事業は陸軍省の参謀本部測量局に一元化されるようになり、測量・地図作成方式をドイツ方式に切り換えました。

1888年(明治21)には参謀本部陸地測量部が発足し、基線測量、三角測量、一等水準測量及び五万分の1地形図作成が全国に展開されました。

なお、淡河川・山田川疏水の関係地域については、1886年(明治19)に参謀本部測量局によって2万分1仮製地形図の作成のために測量が行われています。

このように、江戸期に発達した測量と地図作成の近代技術は、第2次世界大戦後は、地理調査所を経て国土地理院に引き継がれ現在に至っています。

測量技術の進歩により、精度の高い設計や正確な工事費の算出が可能となりました。



写真 明和8年最初の山田川疏水測量図
参考資料：兵庫県淡河川・山田川疏水百年史



写真 明治40年当時測量器具

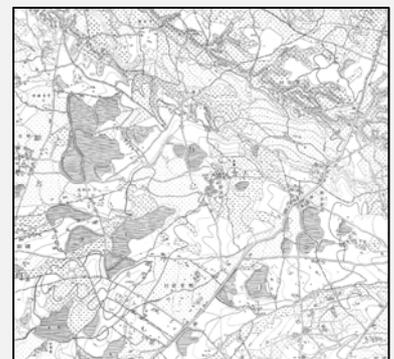


図24 1/20,000 仮製地図

表 12 測量の歴史

1771年	明和8	某（播磨国明石郡東村）による測量
1826年	文政9	福田嘉左衛門（国岡新村）らによる山田川から練部屋までの疏水線の測量
1868年	明治元	藤本増右衛門（明石郡東村）による測量
1872年	明治5	魚住完治（野寺村）ほか、藤本増右衛門の協力による測量
1879年	明治12	1月兵庫県 藤井忠弘外2名、和製の測量器による実測
1880年	明治13	兵庫県 橋川静技手外、疏水線の実測。実測図面の作成
1883年	明治16	兵庫県 粕谷素直外、明石郡紫合村字練部屋分水地より実測
1886年	明治19	4月 田辺義三郎内務省技師による実地調査 6月 粕谷素直による主要三角測量の開始

（2）疏水の計画

淡河川・山田川疏水は、多くの隧道工事やサイフォン工事を伴う、まさに厳しい地形条件の克服が必要な難工事でした。この難工事の実現のため、優秀な技術者の招聘やサイフォン工に代表される最先端の土木技術を導入しています。

また、淡河川・山田川疏水は水路とため池を巧みにネットワークさせた特有の水利システムを導入し、限られた取水期間、取水量を最大限に利用可能なように計画されています。

(3) 構造物

① 淡河川疏水 取入井堰（頭首工）：神戸市北区淡河町木津

頭首工とは、河川の流水を水路に引き入れるための、取水堰や取水口等からなる施設です。現在の頭首工は1955年（昭和30）に改修されたものです。その後、国営東播用水事業により、取水・土砂吐ゲートが改修されています。



写真 取入井堰

② 淡河川疏水 幹線水路：神戸市北区淡河町勝雄

淡河町勝雄付近の幹線水路は、谷を横断するために全長約130m、高さ約5mの土塁が築かれ、その上面に水路がつくられました。この土塁の中央部には、在来河川の流れを妨げないための木製笥とトンネルが設けられました。現在は、国営東播用水事業によりコンクリート製トンネルに改修されています。



写真 幹線、支線水路

③ 淡河川疏水 第13号隧道：三木市志染町戸田

淡河川疏水にはトンネル（隧道）が現在確認できるものが28ヶ所ありますが、建設当初は呑口や吐口の壁面は方形の石積みで造られていました。

現在は、坑口の断面形は馬蹄形で、内面の煉瓦は多くは2重巻ですが、3重巻もあります。

内面は、底部と側壁の境に花崗岩製の断面L字形の石材を用いています。これは、1891年（明治24）に素掘りの隧道が竣工しましたが、翌年の豪雨により壊滅的被害を受けました。現在の煉瓦巻隧道は1893・1894年（明治26・27）に行われた復旧工事によるものです。



写真 第13号隧道



写真 芥子山隧道呑口



写真 御坂サイフォン水路橋



写真 御坂サイフォン

④淡河川疏水 芥子山隧道呑口（第 19 号隧道）

：三木市志染町窟屋

トンネルの掘削工事では、土質の悪さや湧水等のため一昼夜で 60 cm しか掘削できなかったほどの難工事でした。1891 年（明治 24）に完成した隧道です。

現在の隧道呑口は 1955 年（昭和 30）に改修されたものです。当初の呑口の石組みの一部はこの南に残存しています。1969 年（昭和 44）頃、三木市緑が丘の大規模住宅造成に伴い、長尾隧道・広野隧道と一体化されました。

⑤御坂サイフォン：三木市志染町御坂

志染川を越える御坂地区での疏水工事最大の難関地点でした。

谷両側の山地の標高差 2.45m を利用したサイフォンによる延長 750.6m の管路は、イギリス工兵少将のヘンリー・スペンサー・パーマーの設計監督で施工されました。使用された鋼管はイギリス製の錬鉄管が使用されました。現在のものは 1992 年（平成 4）に交換された 3 代目です。

最低部の志染川を跨ぐためにサイフォン橋（眼鏡橋）を設置されていますが、建設当時のサイフォン橋（眼鏡橋）は、全長 56.95m、2 径間の石造アーチ橋でした。砂岩を積み上げ、表面をモルタル被覆しています。設計、工事は県技師柏谷素直によるものです。1891 年（明治 24）に竣工しました。

現在、管路は 1953 年（昭和 28）に建設された下流側のコンクリート製のアーチ橋を通過しています。

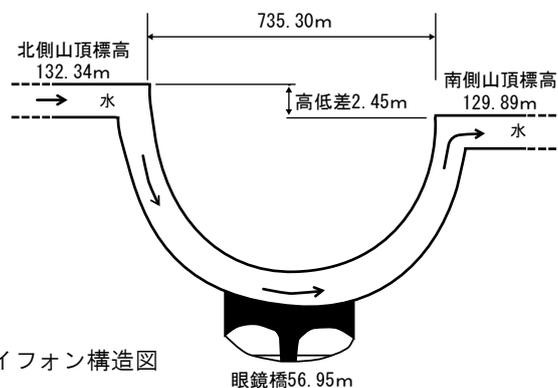


図 25 サイフォン構造図

⑥ **練部屋分水所：神戸市西区神出町紫合**

淡河川疏水の導水を5方向に分水する施設として1891年（明治24）につくられました。竣工当初はレンガを方形に積み上げた形で、1893～1994年（明治26～27）の災害復旧工事の際に六角形に改修されました。

現在の施設は直径10mの鉄筋コンクリート造で、1959年（昭和34）に、より正確な分水が可能な円筒分水工に改修され6方向に分水しています。



写真 練部屋分水所

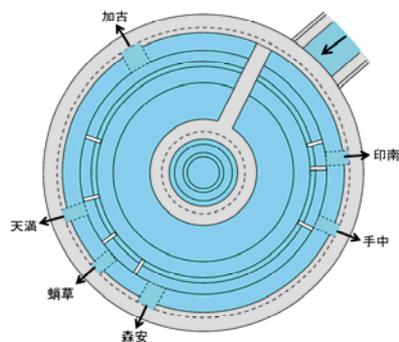


図26 円筒型分水工平面図

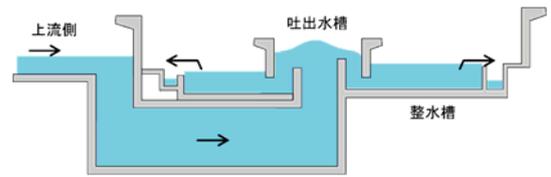


図27 円筒型分水工断面図

⑦ **山田川疏水 取入井堰（頭首工）：神戸市北区山田町坂本**

1915年（大正4）に竣工した山田川疏水頭首工は、1957～1958年（昭和32～33）の県営改修を経て、1991年（平成3）まで使用されました。

従来は淡河川疏水と同様に頭首工がありましたが、1991年（平成3）11月13日に山田川疏水の水源が大川瀬導水路（国営東播用水）に切り替えられたため、呑吐ダム南側以東の山田川疏水幹線は廃止され、山田川頭首工は撤去されました。

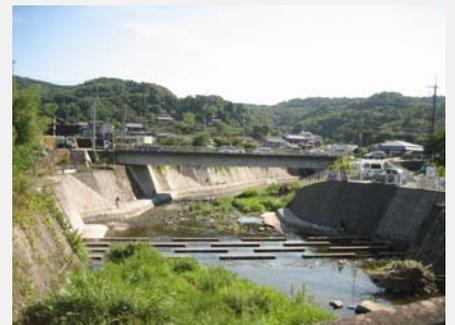


写真 取入井堰



写真 第2号隧道

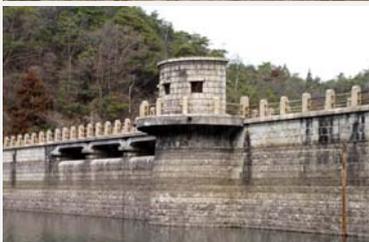


写真 山田池堰堤



写真 サイフォン遺構

⑧山田川疏水 第2号隧道：神戸市北区山田町^{つくはら}衝原

山田川疏水にはトンネル（隧道）が全部で19ヶ所あります。

呑口・吐口の壁面は方形のコンクリートブロック積みで、隧道名を示す銘板があります。坑口の断面形は馬蹄形で、要石をもつコンクリートブロック巻。水路壁は間知石積みです。1915年（大正4）竣工しました。

山田川疏水の隧道内面はコンクリート巻きのものもありますが、多くは呑口・吐口付近がコンクリート、隧道内部は素掘りです。

⑨山田池堰堤：神戸市北区山田町衝原

山田池は、淡河川・山田川疏水の補助水源として1933年（昭和8）に竣工した貯水量約23万 m^3 のダムです。堰堤は、粗石モルタル造で、堤長約78m、高さ約27m。

堰堤中央部には半円筒形の引水塔が池側に張り出すように設けられ、その西側には3連のアーチ型をした余水吐があります。また、堰堤頂部通路の花崗岩の支柱、縁石には装飾が施されています。

⑩サイフォン遺構：加古川市野口町^{みずあし}水足

森安支線の末端部に位置する平木池（平木橋）に送水するためにつくられたサイフォンの遺構です。

水の位置エネルギーを維持するため、水路は土墨の上部に築かれていますが、土手を築くと道路が寸断されるため、サイフォン技術（噴水工）を利用することで、平坦な道路の敷設を可能にしています。

当時は、このサイフォンと同等の高い土墨水路も併設されていましたが、現在ではその多くは失われ、ひときわ高いレンガ積みサイフォンの遺構だけが残っています。

⑪平木橋：加古川市野口町水足

森安支線の末端の平木池に近接し、江戸時代開削の溝を越えるために架けられた煉瓦壁面を持った石造の水路橋です。単径間で支間長は16.2mあります。掌中橋と同様、高欄に凝灰岩、輪石に花崗岩が使用されています。英語表記の扁額も珍しいものです。設計は県技師根津捨三とされています。1915年(大正4)に竣工しました。

高規格道路の建設により、前の池内に移築保存され地域のシンボルとなっています。



写真 平木橋

⑫^{てなか}掌中橋：稲美町印南

森安支線が水路と交差する場所に架けられた煉瓦壁面を持った石造水路橋です。単径間で支間長は4.7mです。高欄に凝灰岩、輪石に花崗岩が使用されています。1914年(大正3)に竣工しました。

ほ場整備による用水路のパイプライン化により、平成元年頃からは使用されていません。現在は掌中橋公園として整備・保全されています。



写真 掌中橋

⑬草谷のマンボ跡(出口)：稲美町草谷

開削時期不明。地元では「百年前にはあった」と伝わるため、1891年(明治24)の淡河川疏水完成期に開削されたようです。

マンボは素掘りで全長約120mあり、上流のシゲ谷池の水を草谷字川北地区に導くために開削されました。

マンボはマンボとも呼ばれる農業用地下水路(トンネル)です。



写真 草谷のマンボ

5. 近代技術

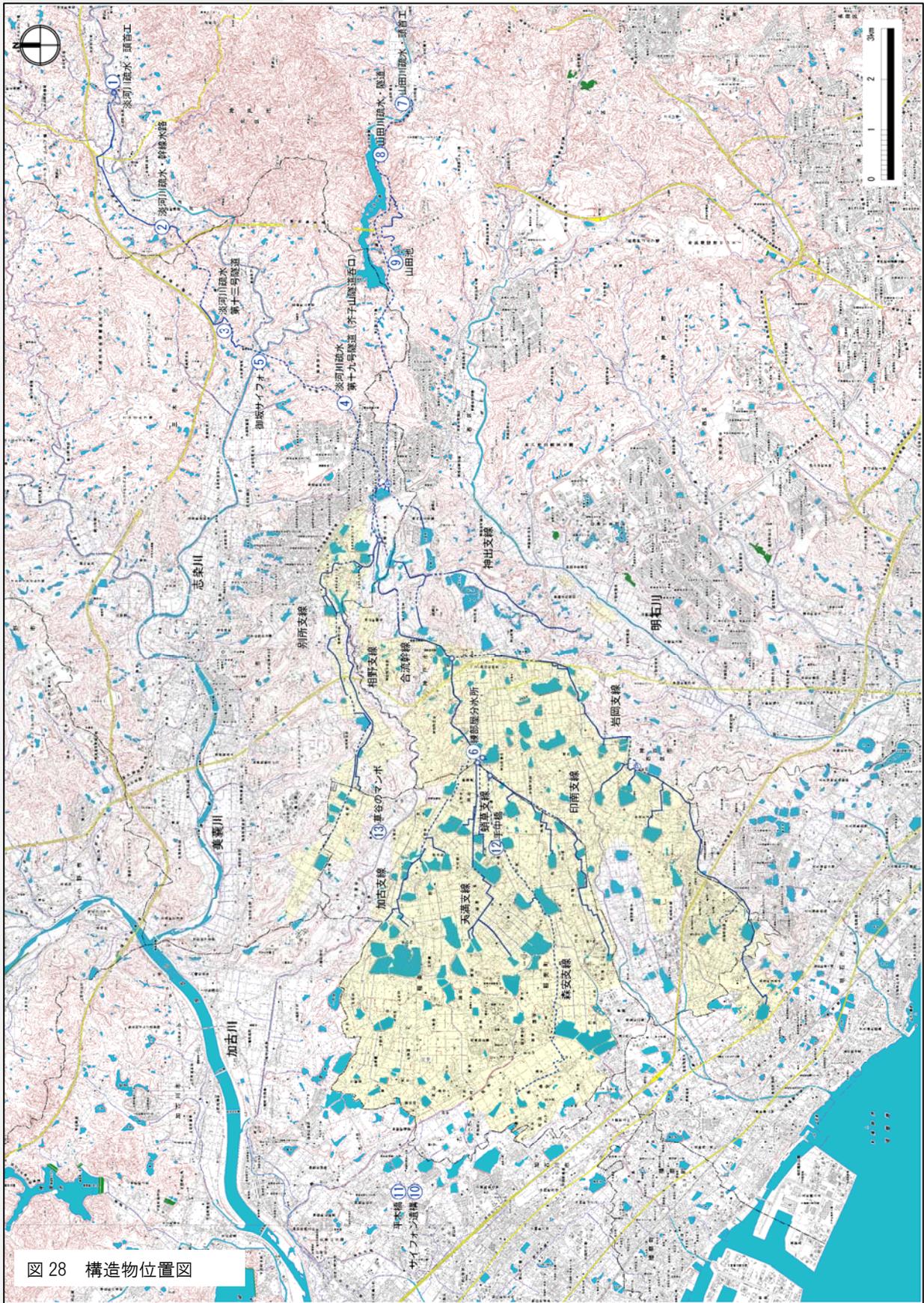


図 28 構造物位置図

(4) 水利調整

淡河川疏水は、既存の河川水利権に割り込む形になるので、下流部における既存の農業用水の安定取水をおびやかすこととなります。

このため、灌漑期間（水稲作）の取水は認められず、収穫から次の代掻開始までの（9/20～5/20）間しか取水できませんでした。（「期限外引水」、P81 参照）それで非灌漑期に水を溜めておく必要が生じ、ため池の拡張や新設が行われました。

【ため池への導水】

近世（江戸時代）の開発である、寺田用水路、林崎掘割水路、大溝用水路、新井用水路等は、いずれも非灌漑期の河川の余水の有効利用を図ったものである。そのために一時貯水施設としてため池、用水路による水利事業が発達しました。

近代（明治時代）以降、最も大規模な事業が淡河川の疏水事業、次いで山田川疏水事業の完成といえます。その他に雁戸井用水路等の開発も加わり、開田面積は明治の短期間に著しく増加しました。

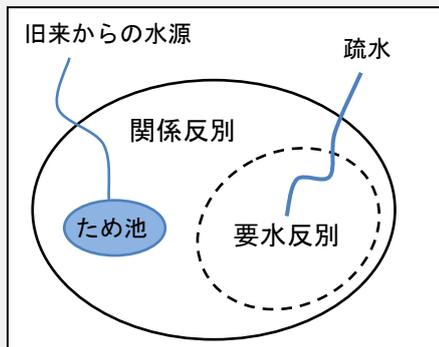


図 29 水利費賦課方式の説明
 参考資料：溜池灌漑卓越地域における河川水利開発と地域対応（白井義彦）

関係反別と要水反別

関係反別と称するものは事業のため利益を受くる土地の反別をいい、要水反別と称するものは関係反別に含める在来の田地の内在来の水を以て養うことを得べき部分を除き全く養水の補足を必用とする部分を反別に換算せるものにして即ち組合費賦課の目安に用ゆる反別を言う。

（淡河川・山田川疏水百年史 組合規約）

【関係反別と要水反別】

淡河川・山田川疏水では、水利費負担に関して、各ため池水利組合の受益面積である「関係反別」と疏水のみ依存する給水面積である「要水反別」との2つの用語が用いられています。この要水反別は水利費負担の目安とされるもので、これに従ってため池に送水する支線水路の断面が厳格に定められています。

そこで実際には、集水域など自己水源をもつ旧ため池は、関係反別より少ない要水反別で加盟し、反対に新池の水源を疏水に頼っている場合は関係反別と同じ面積が要水反別となり、なかには、それよりも超過して加盟している場合もあります。

ここで重要な点は、水利組合では要水反別に基づいて一括して賦課される淡山疏水の賦課金を、関係反別すべてに賦課し直して、面積割で組合員から水利費として徴収していることにあります。

このような水利費賦課方式は、面積割をとりながらも、実質的には水量割になるというもので、全国的に極めて稀な事例です。

表 13 淡河川疏水に関係ある反別その他取調書（明治17年）

村名	関係反別(町)	要水反別(町)	村名	関係反別(町)	要水反別(町)
印南新	259.8117	252.2338	北山	45.9302	17.3000
野谷新	85.0722	73.6426	六分一	65.7829	30.2000
草谷	151.8823	121.1023	森安	42.6322	21.2000
下草谷	89.212	80.1002	幸竹新	17.4305	10.6000
蛸草	117.4812	94.7502	和田新	16.4729	14.2000
野寺	142.2015	123.4315	中一色	50.8901	29.3000
加古新	243.4405	90.0000	土山	56.8320	19.8928
中	85.9000	30.0000	高畑	52.0226	15.6225
国岡新	87.3104	65.0000	東二見	65.9322	20.0000
岡	121.1014	50.3000	福里	24.8712	5.0000
国安	35.2512	17.4000	合計	1,875.5304	1,181.3109

※町≒1ha(ヘクタール) 出展：淡河川・山田川疏水百年史