

日本の農地を作り変えた人

上野英三郎、もうひとつの忠犬八公物語

生物・環境工学専攻 教授 塩 沢 昌

上野英三郎は、日本における農業土木学を作った人である。農業土木学とは、農業生産の基盤である農地を整備し、灌漑と排水の設備を作り、これを核として地域環境を整備するための技術学である。上野は、農業土木学の講義を日本ではじめて行い、農業土木を担う多数の技術者を世に送り出した。上野の代表的な著書である「耕地整理講義」(1905年)は、講義ノートをまとめたもので、その後の農業土木事業の実際と研究に多大な影響を与えた。この「耕地整理講義」をもって農業土木学の基礎が築かれたとあってよい。戦後から現在に至る我が国の圃場整備事業は上野の構想に沿うもので、これによって我が国のかつての生産性の低い農地は農業機械を効率的に使える生産性の高い農地に作り変えられた。本講では、まず、我が国の特徴的な農地である水田の構造と灌漑排水について説明した上で、「耕地整理講義」の内容と意義を紹介する。ところで、上野英三郎はあの忠犬八公の飼い主であった人であり、本講の副題は八公の飼い主の物語という意図である。

1. 水田の構造と灌漑排水

農地には畑地と水田があり、我が国の農地面積のおよそ1/2は水田である。水田は、水を張って稲を生育させる農地で、いわば人工の湿地である。水を貯めるために周囲を畦(アゼ)で囲い、田面は水平でかつ平らであることが必要である(図1)。

水田は畑地と異なり、生育期間中、用水が不足しない限り、ほとんど毎日灌漑水を入れる。水田から失われる水の形態と量は、まず、稲の葉からの蒸散と水面からの

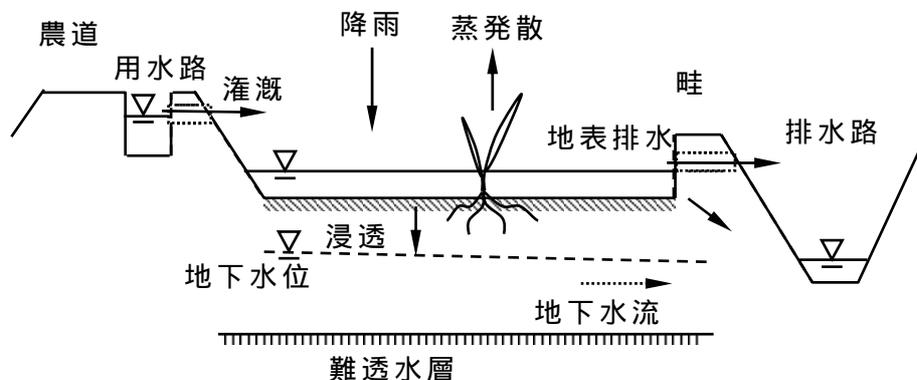


図1 水田の断面構造と水循環

蒸発があり(何れも水蒸気になって大気に失われるので、合わせて「蒸発散」という)、一日当たりの水深に換算して、晴れた夏の日で 4-6mm である。また、田面に湛水しているため、下方への浸透とアゼからの浸透があり、その量は土壌の透水性(とくに下層土)と地下水位によって大きく異なるが、平均的には15mm程度で、蒸発散量と併せて一日に 20mm 程度が失われる。田面の湛水深は 1-5cm 程度に管理されるので、田面の水は灌漑しないと 1~2日で失われ、土壌水分を飽和状態に保つにはほぼ毎日灌漑水を与える必要がある。そこで、雨の多い我が国でも、水田には灌漑が不可欠である。また、過剰な降雨や、浸透して低い場所の農地に溜まる水を河川に排水するために、排水路を整備することも必要である。我が国の平野に広がる水田は、そこに灌漑水を供給し排水する灌漑排水システム(図2)に支えられている。このような灌漑排水システムは一朝一夕にできるものではなく、長い年月の投資によって作られたものである。

畑地の場合、根圏(根が吸水する土層)の水分が不飽和(土の間隙に水と空気が存在する)の状態では植物が生育し、土壌水分がかなり減少するまで作物が枯れたし生育が衰えることがなく、消費水量は「蒸発散量から降雨量を差し引いた量」だけでよく、一度根圏に十分な水が与えられれば、長期間、水を与える必要がない(根圏の深い乾燥地では、一作に一度の灌漑だけで、根圏に蓄えた水で畑作をすることもある)。そして、生育期間のほとんどで降水量が蒸発散量を上回る我が国では、畑地の灌漑は不可欠なものではない。

水田は畑地に比べて生産力が高い。とくに我が国に広く分布する火山灰土壌はリン酸を強く吸着し畑地ではリン酸が欠乏するが、湛水により還元状態の水田ではリン酸が溶解して稲に吸収されやすい。水田や湿地には空気中の窒素を固定する微生物もあり、灌漑水は栄養塩や微量元素を水田に供給する。窒素やリンを化学肥料で補えるようになる以前は、とくに我が国において水田と畑地の生産力の差は著しく、水が使えるところは灌漑システムを造って水田にしてきたのである。

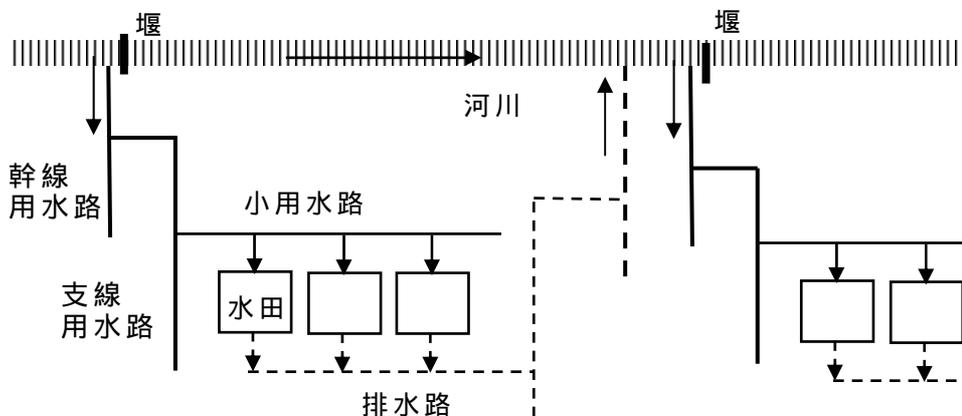


図2 灌漑排水システム

2. 圃場整備(耕地整理)

圃場整備がなされる以前の水田は図3のように、ひとりの所有者(A)の小さなサイズの水田が分散している状態であった。しかも、一枚ごとの水田が水路と排水路につながっておらず、上流の水田に入った水の過剰分が互いに接する下流側の水田に入り、上流の水田から下流の水田に順番に水田内を伝わって用水と排水が流れる

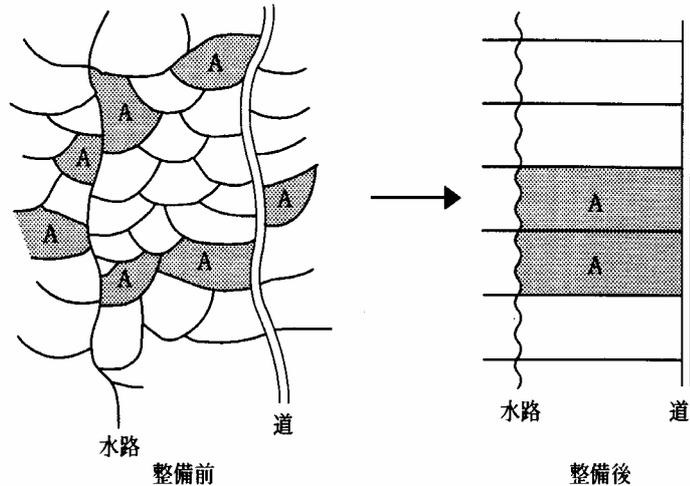


図3 圃場整備の前と後の水田区画と所有の変化
(田淵俊雄;1999,より)

形態である(田越し灌漑)。これでは各水田が独立に水を入れたり排水したりできないし、他の水田内を通らずに農業機械を入れることができない。人力で農作業をする限り、区画は小さくてもかまわないが、農業機械(かつては牛馬)を効率的に使うには、ある程度大きい必要があり、車両が通れる道路にして、農道から直接、自分の水田に入れる必要がある。

区画を整理し統合するのは、水田の場合、境界線を引き直すだけで済むような簡単なことではない。道路と畦と水路を作り直し、一枚一枚の水田を新たに水平に作り直さなければならないので、大きな投資が必要な土木事業なのである。圃場の灌漑排水を改善すること(土地改良)と区画整理は、普通、同時に行なわれ、今日では圃場整備(ホジョウセイビ)と呼ばれ、かつて(上野の時代)は耕地整理と呼ばれた。

耕地整理は、明治20年(1887年)石川県石川郡の郡設模範農場において行われたのが最初で、欧米の圃場整備を視察した農学者らによって推奨され、明治32年(1899年)に耕地整理法ができた。

3. 西欧の科学・技術学に学ぶ

上野が著した「耕地整理講義」は「水路論」(水路設計と必要水量の算定)にはじまり、ここに最も多くの紙面を割いている。用水路や排水路に必要な流量を、地形で決まる勾配で流すのに必要な水路の断面積を計算するには、水の流れの科学に基づく専門知識(水理学)が必要である。上野は公式を示した上で、断面サイズと勾配から流量を計算できる数表を与えている。また、浮きの速度から流量を測定する方法や堰(セキ)を越える水の水深から流量を計算する公式と数表を示し、技術者が簡単に測定と計算ができるようにしている。今日使われる公式と基本的に変わらないもので、西欧の、当時としては最新の科学技術を文献で学んでだものである。

しかし、上野が学んだ西欧の灌漑や区画整理は畑地を対象としたものであったから、水田を対象とする耕地整理のやり方は、自ら考えなければならなかった。灌漑水

量を決めるのに必要な、農地の単位面積当たりの消費水量は、畑地であれば蒸発散量が基準になり気象条件で決まるが、水田では浸透量が重要で土壌や地域の地下水位によって多様である。上野は、この水田用水量の算定法に苦労しつつも、農商務省の試験場での実験や調査データを示して推定している。(当時の測定技術と浸透に関する知識には限界があり、後の時代に研究が進む。)文献に学びながら、実験と現地調査・測定に基づいて何が真実かを考察する一貫した姿勢を見ることができる。

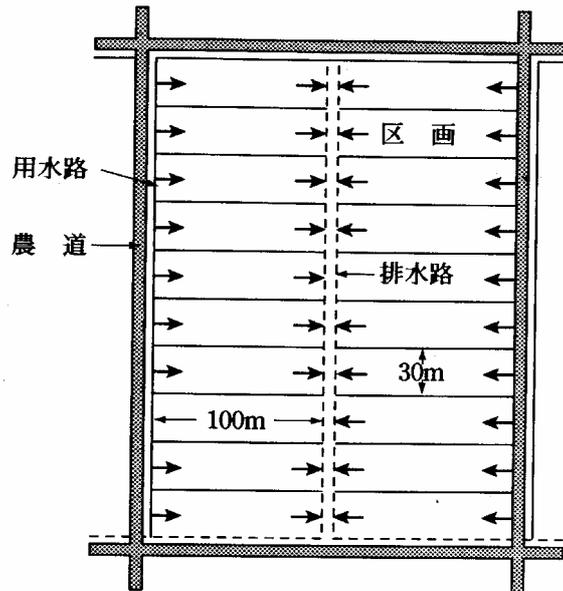


図4 今日の標準的な水田の平面図
(田淵俊雄;1999より)

4. 上野の区画論と科学性

続く「区画論」(水田の形状と大きさ、用水路・排水路と農道の配置)は、上野の主張が、そのまま今日の日本の水田の標準区画になっている、その点で重要な部分である。今日の標準的区画は、図4のように、一枚の水田のサイズは短辺 30m、長辺 100m の 30 アールで、その短辺側に農道とこれに平行する用水路があり、反対側の短辺に沿って排水路がある。どの区画も一つの短辺で農道、用水路、排水路のそれぞれに接するようになっている(用水路は今日ではパイプラインになっている場合が多い)。水田は湛水するために水平に作るので地形の傾斜に対して階段状になるが、傾斜方向に長くすると、土地を削る部分と土を盛る部分の体積が増え、単位面積当たりの工費が増加する。この制約により傾斜方向に短く、等高線方向に長くする。トラクター等の農業機械(かつては牛馬)は、旋回するのに時間がかかるので、長辺方向には長い方が効率がよい。用水路水面は田面より高い必要があるが、排水路水面は逆に田面より低い必要があるので、両者が機能するには用水路と排水路は分離する必要がある。どの水田も道路と用排水路に接し、しかも道路と用排水路に使う面積を最小にする(工事費も最小になる)には、各短辺で接する図4のような区画にならざるを得ない。これが上野の考えた区画であり、サイズについては、牛馬を想定しながら、20-40 アールが適当で、傾斜が許せば 50 アール程度まで大きくてもよいと考えていた。

上野は、当時静岡県で行われた区画整理の典型を例に(図5)、これを厳しく批評しており、興味深い。この例は、南北に碁盤目状に道路と用排兼用の水路を配置し、道路で囲まれた正方形内部を $10 \times 5 = 50$ に分割した区画である。まず、区画の方向は地形によって決めるべきで、南北にこだわるのは無意味(迷信)であり、区画が小さすぎる上に用排水兼用で、道路と水路に接しない水田ができています。これ

は、外見上の見栄えだけで、農業上の利益が少ない設計である、としている。耕地整理は、外見ではなく、実利のために行うことを強調しているのである。

上野のテキストには、技術者がこれを手がかりに設計ができるように、用排水路、農地区画、道路の大きさ形状、勾配等と基準の数値や、定量的に計算をする式や数表を示す一方、なぜそう考えるのかという根拠を詳しく書いている。ここに科学者としての上野の姿勢がある。考え方を理解していれば、現場の状況に応じてどこを変えればよいかを考えることができ

る。機械的に基準を適用するのは簡単であるが、頭を使わぬ「画一主義」を上野は強く批判している。利益を最大にして経費を最小にするように頭を使わなければならない、耕地整理の設計は制約条件が複雑なので、大規模な土木構造物の設計より難しい仕事である、としているのである。また、よい設計をするには事前の調査に経費と労力を惜しんではならないとして、調査すべき項目と方法を具体的に述べている。上野が持ち込もうとしたのは、文献で学んだ西欧の技術学だけではなく、現場をよく調べその事実に基づいて論理的に考えるという科学的な方法・態度であった。

5. 圃場整備事業の展開

耕地整理事業は、明治の近代化と富国政策の下で開始された。上野は、将来、工業の発展により労働力が農村から都市に移動し、より少ない労働力で農業生産を担わなければならないと見通し、土地生産性(土地面積当たりの収量)を高めるだけでなく労働生産性(労働時間当たりの収量)を高めることが不可欠になり、動力として牛馬(将来的には機械力)を効率的に使えるように水田規模を拡大することが必要であると確信していた。しかし、その後に行われた耕地整理では灌漑排水の改良は行われたものの、上野が同時に進めるべきだと考えた水田区画の拡大は、第二次大戦後になるまで進まなかった。当時の地主制の下では労働生産性を上げることは小作の労力を軽減するだけで不耕作地主の利益にはならず、地主は土地生産性を向上させること(灌漑排水の改良など)に関心があっても、労働生産性を上げる投資には関心がなかったからである。これは、上野が社会の状況を見ていなかったというよりも、上野の考えには普遍性があったにもかかわらず、当時の寄生地主制

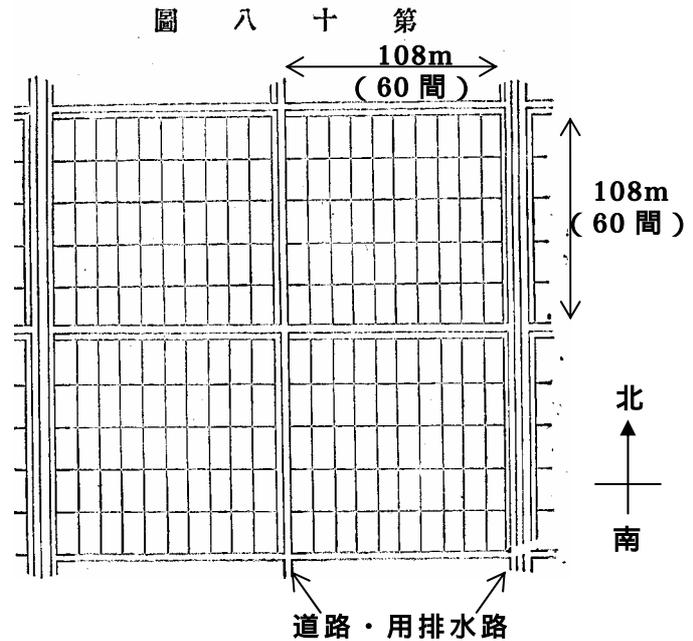


図5 上野が批判した区画の例
(上野英三郎;1905に加筆)

が社会の進歩を妨げる時代遅れのものであったと見るべきであろう。それ故に、第二次大戦後に地主制がなくなり、機械化によって農業の労働生産性を高めることが社会の強い要請となる時代になって、上野が構想したとおりの圃場整備事業が展開されることになり、今日に至るのである。1960年代のはじめに採用された標準区画(図4)は、それより60年も前に上野が論理的に考えた区画そのものであった。

6. 時代を超えて(終章)

上野は、灌漑排水と耕地整理のための自らの技術学を、農学と土木学の知識を基礎とするものであるとして、農業土木学と名付けた。「耕地整理講義」を著したのは、彼が東京帝国大学農科大学の助教授になったばかりの33歳の時であり、その意欲と知識と洞察の深さに驚かされる。大学で教鞭を執りながら農商務省兼任技師として耕地整理技術者の養成に尽力し、明治44年に農業工学講座担任の教授となった。技術者を教育する一方、新潟平野の排水事業など大規模な灌漑排水事業の調査計画にも学生達を率いて直接関わった。

上野は大正14(1925)年5月に53歳で逝った。亡くなる17ヶ月前から生粋の秋田犬の子犬を飼いはじめ、ハチと名付け、子供のなかった上野は家の中に入れて大いにかわいがっていた。ハチ公の思いが時代を超えて人々の心を打つように、その飼い主もまた、時代を超えて傑出した科学者であり技術者であった。上野の知恵は、これを学んだ、後の多くの人々の努力を通して、今日の我が国の水田の見事に整備された姿に刻まれている。

引用文献

- 上野英三郎；耕地整理講義、明治38年（農業土木古典復刻委員会；農業土木古典選集 明治・大正期3巻 耕地整理、日本経済評論社、1989）
田淵俊雄；世界の水田・日本の水田、農文協、1999
農業土木学会ホームページ：ハチ公物語、<http://www.jsidre.or.jp/>