

集水域の土地利用を考慮したRHS・HQAによる 河川の生息場環境評価 —明石川を事例として—

松浦 芳典¹・盛岡 通²・尾崎 平³

¹学生会員 関西大学 環境都市工学部 院生(〒564-8680大阪府吹田市山手町3丁目3番35号)

²正会員 関西大学 環境都市工学部 教授(〒564-8680大阪府吹田市山手町3丁目3番35号)
E-mail:tmorioka@kansai-u.ac.jp

³正会員 関西大学 環境都市工学部 助教(〒564-8680大阪府吹田市山手町3丁目3番35号)
E-mail:ozaki_t@kansai-u.ac.jp

河川の生態系を保全するために、生息場の様々な評価手法が開発され、適用も行われている。その中で、近年注目されている手法のRHS・HQAは河川の物理的環境から評価を行う手法だが、RHS・HQAの評価（物理的環境による評価）と生物の生息場（生態系）との関連性についての研究は少なく、様々な生物の生息場との関係性を検証することが求められている。そのため本研究ではRHS・HQAの評価結果を魚類を対象に算出した多様性指数を用いて比較することで魚類の生息場との関係性を検証した。その結果、大局的にはRHS・HQAの評価結果が多様性指数の結果を表現できていたが、一部人為的改変のある地域の評価で違いがあることが確認された。また、RHS・HQAの評価項目には「堰・魚道」「水路」「周辺土地利用」に関する評価項目がないため魚類生息場の適正な評価ができない可能性があると考え、前述の3つに関する項目を加えることでRHS・HQAの改良を試みた。そして、改良したRHS・HQAの評価を魚類を対象に算出した多様性指数を被説明変量として検証した結果、妥当性が確認された。

Key Words : Ecological Evaluation of river stream, RHS, HQA, Diversity Index

1. 緒論

(1) はじめに

河川改修時に環境に配慮する事が義務化され、多自然型川づくりのような取り組みが行われている。しかし、その取り組みの中には期待した効果が得られていないケースも見られる。その原因は「現状・改修後の河川環境を評価できていない、評価手法がないから」といわれている。しかし実際には、河川環境の評価手法・指標は表1に示すように開発はされている。今後、必要な事はこれらの手法の発展・普及である¹⁾。

生物学的な手法のHEPやIFIMなどは1980年代に開発され、国内でも適用事例も多い評価手法だが、HEP等を用するには情報収集に多く時間を要す点や、国内での評価モデルの公開数が少ない等の課題がある。生物調査や多様性指数による環境の評価は実際の河川の生物情報を採取するため評価の信頼性は高いが、そのデータ収集には多くの時間とコストがかかる等の難点が存在する。

そんな中、近年注目されている評価手法が河川生息場の物理的要因によって評価を行うRHS・HQAである。RHS・HQAとは、RHSで河道の物理的特徴（河床構成材料・流下形態・植生・砂州・堤の利用形態）を整理し、HQAでRHS調査項目毎に設定された得点表からHQAスコアを求め、河川の生息場を相対的に評価する手法である²⁾。この手法の有効な点は、1サイト(500m程度)の調査が30分～1時間と比較的短時間でできることに加え、先ほど述べたような河川生息場の比較的単純な物理的要因に着目して評価を行う手法のため、特に専門的知識がなくても行うことが可能な点である³⁾。しかし、その反面で物理的要因を調査するだけでどれだけ生物の生息場環

表-1 環境・生息場の評価手法・指標

生物学的手法	HEP, IFIM, PHABSIM
物理的手法	RHS・HQA
環境の評価指標	付着藻類を利用、多様性指数、水質指標（BOD, SS等）

境を評価できるのかという意見もあり、既往研究の「RHS・HQAの適用による円山川河川環境評価の検討」(大石、天野、尾澤、2006)の中ではRHS・HQAを適用した評価結果とコウノトリの生息場の選好性との関係について検証されているが、両者に有意な関係は見られなかった³⁾。このようにまだRHS・HQAの評価結果と生物の生息場との関連性についての研究は進んでおらず、RHS・HQAの評価(物理環境)と生物の生息場(生態系)との関連性について様々な生物の生息場環境で検証・分析することが求められる。

(2) 研究の目的

本研究の目的は以下の2点である。

- ・RHS・HQAの評価結果と魚類生息環境との関連性を検証すること
- ・RHS・HQAに新規評価項目(堰・魚道・水路・土地利用に関する項目)を加える事で、より詳細に魚類生息場環境の評価が出来ることを検証すること

(3) 研究の方法

本研究はRHS・HQAの評価項目に堰・魚道、水路、土地利用に関する新規評価項目を作成する。そして、実際の河川で従前の手法と新規項目を加えた手法の両方を適用する。そして、それらの評価結果を魚類を対象に算出した多様度指数(種の豊富さ・多様度を示す指標)と比較ことで前述の2つの目的の検証を行う。

2. RHS・HQAの概要

(1) RHS (River Habitat Survey) の概要

RHSは河川の特徴と質を物理的特徴に基づいて調査・

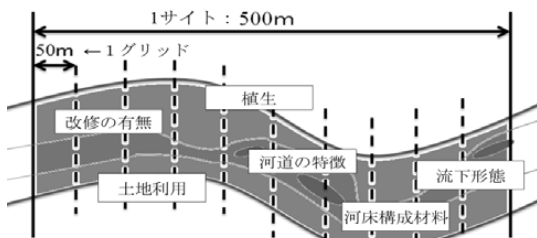


図-1 RHS 調査概要図

表-2 RHSの主要調査項目

流下形態	平瀬・早瀬・淵などを記録
植生状況	単純・複雑な植生、人工物等を記録
河床形態	礫・砂・基盤ガン・人工物等を記録
特徴	砂州、ワンド等の特徴的な地形を記録
河岸土地利用形態	農地、市街地、公園などの土地利用を5mと50mの範囲で記録
樹木の分布	樹木の分布形態とその特徴を記録

データ蓄積・解析・評価するシステム図-1に示すように1サイト500mで設定し、さらに1サイトを10個のグリッドに分け、表-2に示す調査項目をあらかじめ用意された調査シートを用いて整理する生息場調査手法である。

(2) HQA (Habitat Quality Assessment) の概要

HQAはRHSの調査結果を点数化する手法である。点数化はRHSの調査項目がそのサイト内の何グリッドで確認されたか等に応じて表-3に示すレーティング表を用いて点数を加点していく。例えば、流下形態の項目の早瀬が10グリッドのうち4グリッドで確認されたとする。早瀬の得点は(1地点なら1点)、(2~3地点なら2点)、(4~10地点なら3点)と設定されているので、この場合なら3点となる。同様に、その他の項目に関しても得点を算出することで合計点を算出する。この合計点をHQAスコアと呼び、各サイトのHQAスコアを比較することでサイトの生息場を地点間で相対的に評価する⁵⁾。

3. RHS・HQAの新規項目の作成

(1) 新規評価項目の提案

RHS・HQAの評価項目には、魚類の生息場に影響すると予想される表-4に示す人為的影響に関する項目が含

表-3 HQAのレーティング表(一例)

主要流下形態	1地点	2~3地点	4地点以上
流下形態	1点	2点	3点
河道内植生	1点	2点	3点
50m以内の土地利用	存在	広範囲	唯一の土地利用

表-4 魚類生息場への人為的な影響要因

行為	変化	影響
護岸・河川の改修	単純化・コンクリート	生活空間・産卵場の消失・移動経路の切断
ダム・堰堤・水門建設	分断化・水の枯渇・富栄養化	移動・回避路の切断・産卵場の消失
圃場整備	水路のコンクリート化	生活空間・産卵場の消失・移動経路の切断
森林の開発・放置	水量の減少・水質の不安定化・砂や濁水の流入	生活空間・隠れ家・えさ・産卵場の消失
宅地化など平地の開発	下水・有害物質・砂や濁水の流入	生理的に有害・生活空間の消失
取水の増加	地下水の減少・水量の減少・排水の増加	生活空間の減少・生理的に有害
農業の使用	富栄養化・水量減少・化学肥料流入・土砂流入	生理的に有害・生活空間や産卵場の消失

まれていないので、現状のRHS・HQAでは魚類の生息場空間を評価出来ていない可能性がある⁹⁾。そのため、本研究では①横断工作物の項目、②魚道の項目、③土地利用関連の項目、④水路の項目、の以上4つの項目を新規評価項目として加える。

(2) 新規評価項目の定義とレーティング

新規評価項目のRHS適用時の定義とHQA適用時のレーティングを表-5に示す。

表-5 新規評価項目の定義とレーティング

新規評価項目の定義とレーティング				
稲作地の農地面積を占める割合	農地からの化学肥料等の流入の項目として、対象面積の中の農地の面積の割合を記録する	1/3以下	1/3から2/3	2/3以上
		1点	3点	5点
対象面積の市街地面積の割合	市街地面積が多いほど生活排水による影響も大きいと考え、集水域の市街地の割合を記録する	1/3以下	1/3から2/3	2/3以上
		5点	3点	1点
市街地面積の工業系割合	市街地の中の工業地面積の割合を記録する	1/3以下	1/3から2/3	2/3以上
		-1点	-3点	-5点
対象面積の森林面積割合	森林の持つ土砂流出抑制効果の指標として森林面積の割合を記録する	1/3以下	1/3から2/3	2/3以上
		1点	3点	5点
水路護岸の植生	護岸の植生を裸地(植生なし)、単純(1~2種類の植物で構成)、混合(3種以上で構成)の3パターンで記録する	人工物・裸地	単純な構成(1~2種)	複雑な構成(3種以上)
		0点	1点	3点
水路の形式	水路が自然物で構成されているか、人工物(コンクリートブロック)で作られているかを記録する	自然物で構成	人工物で構成	
		3点	0点	
流量	流れがはっきりわかる、流れは確認できないが水量はある、水が流れていないの3パターンで記録する	流れがはっきりわかる	流れは確認できないが水量はある	水がない
		5点	3点	0点
特徴	水路内に河川における淵や止水域のような生物の避所が存在するかどうかを記録する	止水域や淵のような場所があり生き物の生息場が存在。		
		5点		
横断工作物の高さ	魚類の回遊を阻害するので、横断工作物の高さを30cm以下、30~70cmの間、70cm以上の分類で記録する	30cm以下	30cmから70cm	70cm以上
		-1点	-5点	-7点
湛水域の面積(調査区域内の占める割合)	湛水域は富栄養化などが発生する可能性があるので、堰によって生じる湛水域の面積がグリッドの何割を占めているかを記録する。	1/3以下	1/3から2/3	2/3以上
		-1点	-3点	-5点
魚道の突起長さと堰の幅の長さの比	魚道の突起長さと堰の幅の比を記録する	1:1から0.3:1	0.2:1から0:1	
		0点	3点	
魚道内の植生	魚道内に植生が繁茂していると魚の遡上の阻害するので記録する	あり	なし	
		-3点	0点	
流量	これも同様に流量が少ないと魚類の遡上が出来ないので、魚道内の水の有無を記録する	あり	なし	
		0点	-3点	

(3) サイトに対応する集水域の設定

市街地面積割合などを算出するために、サイトに対応する集水域の設定が必要となる。集水域は上流から下流に向かうにつれて増加していくものである。当然、下流は上流域の集水域の影響も受ける。また、地盤の高さなどによっても変化する。しかし、今回はそれらを考慮せずに流下するにあたって増える集水域面積のみを対象に設定し、また集水域は河川に対して垂直な帯状として設定した。その面積は1km流下すると集水域が25ha増加すると仮定して、対象サイトの上流からの流下距離と1サイト500mという条件でサイトの集水域を設定した。

5. 被説明変数の設定

(1) 被説明変数の設定

RHS・HQAの評価結果の妥当性の検証をするための被説明変数及び、魚類の生息環境を表現する指標として多様性指数を設定する。

多様性指数は生物の種類数・各個体数から算出される生物の均等度・多様性を示す指標である。そのため、RHS・HQAが生息環境の多様性を評価する手法であることを踏まえて、RHS・HQAと多様性指数には関連性があると考えられる。また、多様性指数は実際の生物調査のデータによって算出されるので、河川場の物理環境を調査することだけで評価を行うRHS・HQAが、どれだけ実際の生物の生息状況と関連しているか検証できる点で有効であると判断した。

表-6 多様性指数算出時使用生物調査データ

出典：神戸市；環境水質，2008

標準名・サイトNO	1	2	3	4
ウナギ				
コイ				
ゲンゴロウブナ				
○ ギンブナ	1		1	
○ オイカワ	4	54	75	17
スサキ				
モツゴ				
○ タモロコ		1	1	
○ ドジョウ				
○ スジマドジョウ中型種			1	
ギギ		1		
○ メダカ		6	1	
○ ブルーギル	6	2	2	
○ ドンコ			1	12
○ マハゼ				
○ カワヨシノボリ	1	8	9	5
カムルチー				
出現種類数	4	6	8	3
総個体数	12	72	91	34
優占種(第一位)	ブルーギル	オイカワ	オイカワ	オイカワ
優占種(第二位)	オイカワ	カワヨシノボリ	カワヨシノボリ	ドンコ
外来種の有無	存在	存在	存在	無
多様性指数 (Shannon & Wiener) ※全種類対象に算出	1.63	1.28	1.04	1.44
多様性指数 (Shannon & Wiener) ※○印を対象に算出	1.25	1.03	0.91	1.44
多様性指数 (Simpson) ※○印を対象に算出	0.50	0.37	0.28	0.60

(2) 多様性指数の算出

本研究では兵庫県明石川の河川環境調査データの中の表-6に示す魚類調査データを用いて多様性指数を算出した。また、そのデータの得られた4サイト(図-2)を本研究での対象地とする。多様性指数の算出方法は複数存在するが、本研究ではShannon-wienerの多様性指数(1a)とSimpsonの多様性指数(1b)の2種類を用いて算出した⁷⁾。

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i = -\sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N} \quad (1a)$$

$$0 \leq H'$$

S, 種数; ni, i 番目の種の個体数; N, 全個体数

$$1 - \lambda = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2 = 1 - \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N} \right)^2 \quad (1b)$$

$$0 \leq 1 - \lambda < 1$$

S, 種数; ni, i 番目の種の個体数; N, 全個体数

多様性指数を算出した結果を図-3に示す。本研究では多様性指数の算出の際表-6の調査データから外来

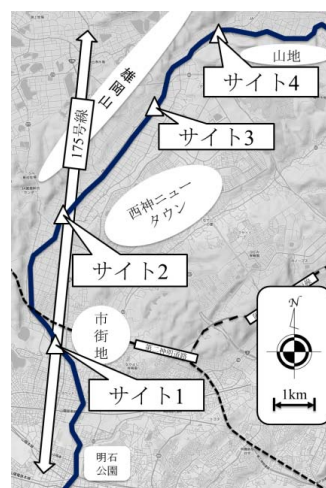


図-2 調査地点図 出典:google 地図

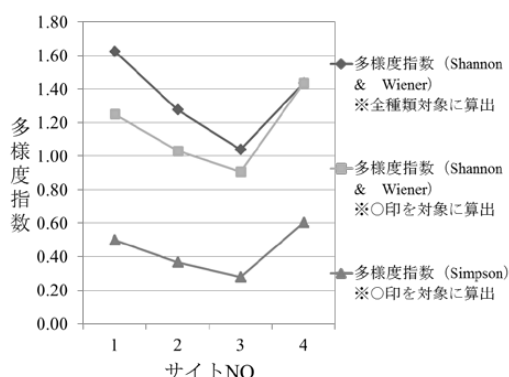


図-3 多様性指数算出結果

種以外の魚類かつ小型のサイズの種を対象に算出を行った。Shannon-wienerの多様度指数(1a)とSimpsonの多様度指数(1b)の2種類で算出を行ったが、2つの間の結果に大きな地点差が生じなかったため、Shannon-wienerの方法で算出した結果を被説明変数に用いる。

6. 結果及び考察

(1) RHS・HQA適用結果

RHS・HQAを明石川で適用した際の調査データの例としてサイト4の結果を表7に示す。ただし、調査項目の欄はグリッドで確認された項目のみ記載している。また、このデータの調査は既存のRHS・HQA評価項目の部分はすべて現地調査により記録した。新規評価項目に関しては、水路や堰・魚道は現地調査で記録し、土地利用の調

表7 調査結果 (サイト4)

サイトNO	4			
既存のHQA評価項目		特別な要素	有無	配点
主要流下形態	グリッド数	このサイトでは確認されなかった		
早瀬	4	3	合計点	0
平瀬	6	3	総合計：HQAスコア	42
合計点	6		新規に加えたHQA評価項目	
河床構成材料	グリッド数	配点	農地関連	割合
基盤岩	1	1	農地面積割合	1/3～2/3
丸石	7	3	稲作地割合	1/3～2/3
砂利	2	2	合計	6
合計点	6	土地利用関連	割合	配点
河川特性例	グリッド数	配点	森林地割合	1/3～2/3
むき出しの基盤岩	1	1	市街地割合	0～1/3
むき出しの礫	5	3	工業系割合	0～1/3
植生のある中州	4	3	合計	1
合計点	7	水路関連NO1	状態	配点
河岸特性	グリッド数	配点	水路護岸植生	複雑な構成
植生のある砂州	17	3	水路形式	自然物で構成
植生の無い砂州	3	2	流量	流れは確認はできない
合計点	5	特徴	有り	5
河岸植生(左岸)	グリッド数	配点	合計	14
単純	4	3	水路関連NO2	状態
混合	3	2	水路護岸植生	単純
合計点	5	水路形式	人工物で構成	0
河岸植生(右岸)	グリッド数	配点	流量	流量なし
単純	4	3	特徴	なし
混合			合計	1
合計点	3	水路関連NO3	状態	配点
砂州	グリッド数	配点	水路護岸植生	複雑な構成
植生有り	17	2	水路形式	自然物で構成
植生無し	3	1	流量	流れは確認はできない
合計点	3	特徴	なし	0
河道内植生	グリッド数	配点	合計	9
コケ類・蘚類	9	2	堰・魚道関連	状態
ヨシイグサスゲ類	6	2	堰の高さ	30cm以下
合計点	4	湛水域の割合	なし	0
50m以内の土地利用	グリッド数	配点	魚道と堰の比	0.2:1から0:1
荒地	広範囲	2	魚道内の植生	なし
合計点	2	流量	あり	0
樹木分布	グリッド数	配点	合計	2
樹木/樹林	点在	1	新規項目の点数の総合計	33
関連する要素	有無	配点		
このサイトでは確認されなかった			HQAスコア(改良後)	75
合計点	0			

査は国土地理院の基盤地図情報と航空写真により記録した。同様にその他の3サイトで行いサイトごとに従前のRHS・HQAと新規評価項目を加えたRHS・HQAでそれぞれHQAスコアを算出した。その結果を多様度指数と合わせて図4に示す。

(2) RHS・HQAの評価結果と多様度指数の関係

従前の手法により算出したHQAスコアと多様度指数の結果を比較する。図4から、HQAスコアはスコアが高かった順番に並べるとサイトNO4→1→3→2となり、多様度指数は同様に高い順にサイトNO4→1→2→3という結果が得られた。これを現地調査時の現地の状況を踏まえて考察する。

- ・サイト4は上流に位置し自然の多い地点なので、生物数も多く、HQAスコア、多様度指数ともに高くなった。
- ・サイト1は下流だが流れが弱まり砂州等も多く、また支川との接続部もあるため生息場も多様に存在するため、HQAスコア・多様度指数ともに高くなった。

サイト2と3のHQAスコアと多様度指数の評価結果の順番は逆になった。この原因としては、

- ・サイト2は護岸等が整備されており、河川場内のRHS記録項目は少ないので点数が低くなった。しかし、実際には水路との接続や魚道の整備により生息場は存在したため多様度指数はそれほど下がらなかったと考えられる。
- ・サイト3は親水空間が整備されているため、人との距離が近い分、生物数が少ないのではないかと考えられる。

以上のことから、HQAスコアは多様度指数を大局的には表現しており両者の間に関連性は見られる、しかし、従前のRHS・HQAでは人為的改変が河川環境に与える影響が考慮されていないため、多様度指数の結果との間に違いが生じた。

(3) 新規評価項目を加えたRHS・HQAの評価結果の妥当性の検証

新規評価項目を加えた事が評価結果にどう反映されたかについてみると、以下の2点が読み取れた。

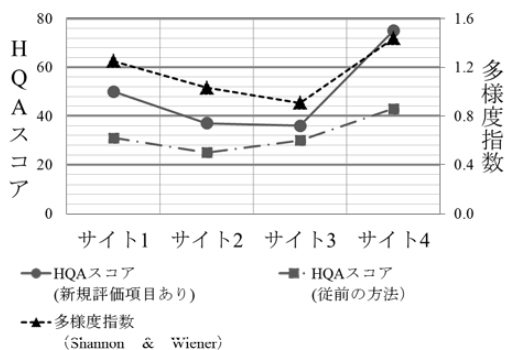


図4 改良版 RHS・HQA の適用結果

- ① サイト2は堰が存在し植生に覆われた魚道があり、また、水路が存在する。この現地の状況は図-5の水路関連の得点が高い事と堰魚道関連の減点が多いことに反映された。
- ② サイト3は親水空間で水深は浅く、横断工作物もあり生物の生息には適してはいない。また周辺に水路もない。この現地の状況は図-5の堰・魚道の減点と水路の得点の少ないことに反映された。

上記の2点が反映されたことで、新規指標を加えたHQAスコアのサイトごとの評価結果は、スコアの高い順番に並べるとサイトNO4→1→2→3となり多様性指数の結果と同様の結果となった。このことから、新規評価項目を加えることでRHS・HQAの評価結果が実際の魚類の種の豊富さ・均等度に近い評価できることが検証できた。

6. 結論

本研究は河川生息場評価手法のRHS・HQAに新規評価項目（土地利用、堰・魚道、水路に関する項目）を加えることで、魚類生息場環境の評価を試みた。その評価結果の妥当性の検証として、現地の魚類調査データから多様性指数を算出し、RHS・HQAの評価結果と比較した。その結果以下の2点の結論が得られた。

・従前の手法により算出したHQAスコアは多様性指数を大局的には表現しており両者の間に関連性は見られるが、人工物の設置している地点では表現出来ていない。

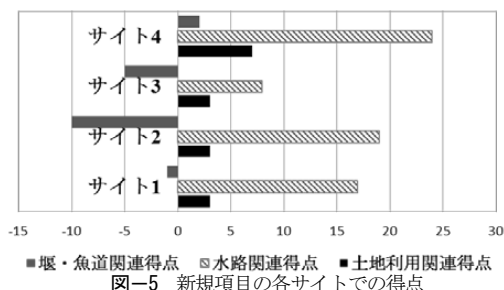


図-5 新規項目の各サイトでの得点

・新規評価項目を加えることでRHS・HQAの評価結果が実際の魚類の種の豊富さ・均等度に近い評価が可能なが検証できた。

今後の課題は適用数を増やすことで、手法の妥当性をさらに固めること、また、多様性指数以外の評価指標や他の生物生態系との関係性をさらに検証する事が必要である。

謝辞：本研究で必要な資料を提供して頂いた兵庫県庁・神戸市の方々、また、「いであ株式会社」の方に心から感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省：河川環境の整備・保全の取組み-河川法改正後の取組みの検証と今後の在り方-, pp.28-31, 2008-3.
- 2) Environmet Agency(イギリス環境省)：River Habitat Survey in Britain and Ireland, pp.1.1-2.5, 2003.
- 3) 大石哲也, 天野邦彦, 尾澤卓思：RHS・HQAの適用による丸山川河川環境評価の検討, 応用生態学会8(2), 179-191, 2006.
- 4) RHS普及・研究グループ応用生態工学会東京, 西浩司：River Habitat Survey (RHS)の概要と活用事例, pp.1-2, 2010-10.
- 5) Environmet Agency(イギリス環境省)：River Habitat Quality, 付録, 1997.
- 6) 宮城県河川課：治水資料
[http://www.pref.miyagi.jp/kasen/pdf/chisui-shiryoku-17-5\(1-5\).pdf](http://www.pref.miyagi.jp/kasen/pdf/chisui-shiryoku-17-5(1-5).pdf)
- 7) 大垣俊一：多様性と類似度, 分類学的新指標, pp.11-13, Argonauta 15, 2008-10-22.
- 8) 神戸市環境局：平成19年度 環境水質, pp.6・12-13・154-159, 2008-12.

(2011. ?受付)

Habitat evaluation of river stream by application of RHS・HQA in Akashi river

Yoshinori MATSUURA, Tohru MORIOKA and Taira OZAKI

RHS・HQA used in this study, is physical evaluation method of habitat in river stream. The purpose of this study is to improve this method (RHS・HQA) from two side. The first side is evaluation of artifact like wier and fish-way. This indicator is described whether habit is connected from the upstream to the downstream. Concretely, the indicator's evaluation category is height of weir. Next, second side is evaluation of impact of land-use in landside. The RHS・HQA is evaluation method in riverside land. So, evaluation in landside adding the indicator like land-use. In this study, the method for adding indicator is called "improved RHS・HQA". Finally, evaluation by improved RHS・HQA is verified by diversity index, that is calculated by realfield data of fish.